

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КАМ'ЯНЕЦЬ-ПОДІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ІВАНА ОГІЄНКА



**ЗБІРНИК
НАУКОВИХ ПРАЦЬ
КАМ'ЯНЕЦЬ-ПОДІЛЬСЬКОГО
НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ
ІМЕНІ ІВАНА ОГІЄНКА**

Серія педагогічна

ВИПУСК 31

**СТАНОВЛЕННЯ МАЙБУТНЬОГО ВЧИТЕЛЯ
В УМОВАХ ЦИФРОВОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ
ПРИРОДНИЧО-НАУКОВОЇ ОСВІТИ**

Кам'янець-Подільський
2025

Витяг з реєстру суб'єктів у сфері медіа-реєстрантів:
ідентифікатор медіа R30-02484, рішення № 132 від 18.01.2024 р., протокол № 2.

Рекомендувала вчена рада Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка,
протокол № 14 від 27.11.2025 р.

Збірник наукових праць включений до **Переліку фахових видань України (категорія Б):**
Наказ МОН України № 735 від 29.06.2021 р.

Збірник індексується наукометричними базами: **Google Scholar, Index Copernicus, CEJSH.**

Міжнародна редакційна колегія:

Ростислав МОЦИК	– (голова, науковий редактор), кандидат педагогічних наук, доцент (Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, м. Кам'янець-Подільський, Україна);
Оксана ГОРБАТЮК	– кандидат педагогічних наук, доцент (Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, м. Кам'янець-Подільський, Україна);
Софія ДЕМБІЦЬКА	– доктор педагогічних наук, професор (Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, Україна);
Мугаммет ДЕМІРБІЛЕК	– доктор філософії, професор (Університет Сулеймана Деміреля, м. Іспарта, Туреччина);
Оксана КРАВЧУК	– доктор педагогічних наук, професор (Університет імені Ататюрка, м. Ерзурум, Туреччина);
Марина МЯСТКОВСЬКА	– кандидат педагогічних наук (Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, м. Кам'янець-Подільський, Україна);
Світлана ПОЛІЩУК	– кандидат педагогічних наук, доцент (Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, м. Кам'янець-Подільський, Україна);
Ірина СЛІПУХІНА	– доктор педагогічних наук, професор (Національний центр «Мала академія наук», м. Київ, Україна);
Олена ТРИФОНОВА	– доктор педагогічних наук, професор (Центральноукраїнський державний університет імені Володимира Винниченка, м. Кропивницький, Україна).

Адреса редакції: вул. Симона Петлюри, 1 (фіз.-мат. факультет), м. Кам'янець-Подільський,
Хмельницька обл., Україна, 32301;
(тел.): 067-6624492; (факс): (03849) 3-07-83; (E-mail): kaf_fizyky@kpmu.edu.ua.

Адреса сайту збірника: <http://journals.urau.ua/index.php/2307-4507>

Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка.
Серія педагогічна / [редкол.: Ростислав МОЦИК (голова, наук. ред.) та ін.]. Кам'янець-Подільський :
3-41 Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, 2025. Випуск 31: Становлення
майбутнього вчителя в умовах цифрової трансформації природничо-наукової освіти. 276 с.

Видається з 1993 року один раз на рік.

Матеріали збірника є відображенням результатів наукових досліджень авторів та набутого ними досвіду з проблеми становлення майбутнього вчителя в умовах цифрової трансформації природничо-наукової освіти. Наукові пошуки дослідників відображено у чотирьох розділах збірника: 1. Інноватика в природничо-науковій освіті: проєкти, програми, методики, технології; 2. Об'єктивізація результатів навчально-пізнавальної діяльності здобувачів освіти в умовах сьогодення; 3. Формування професійних якостей майбутніх вчителів фізико-технологічних дисциплін в умовах STEM-середовища; 4. Забезпечення природничо-математичної та цифрової компетентності майбутніх вчителів в умовах Нової української школи та використання ІІТ в освіті.

Для науково-педагогічних працівників закладів вищої освіти, педагогічних працівників системи загальної середньої освіти, здобувачів вищої освіти всіх рівнів, а також усіх, хто цікавиться розвитком та розбудовою сучасної природничо-математичної та фізико-технологічної освіти.

MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF UKRAINE
KAMIANETS-PODILSKYI IVAN OHIIENKO NATIONAL UNIVERSITY



**COLLECTION OF SCIENTIFIC PAPERS
KAMIANETS-PODILSKYI IVAN OHIIENKO
NATIONAL UNIVERSITY**

Pedagogical series

ISSUE 31

**FORMATION OF A FUTURE TEACHER IN THE CONDITIONS
OF DIGITAL TRANSFORMATION OF NATURAL SCIENCE
EDUCATION**

Kamianets-Podilskyi
2025

Extract from the register of entities in the field of media registrants:
media identifier R30-02484, decision No. 132 dated 18.01.2024, protocol No. 2.

Printed in Accordance with the Decision of the Academic Council of Kamianets-Podilskyi Ivan Ohienko
National University, Protocol No 14, 27.11.2025.

The Collection is in the List of Scientific Professional Publications of Ukraine (**category B**):
Order of Ministry of Education and Science of Ukraine №735, 29.06.2021.

The Collection is Indexed by Scientometric Databases:
Google Scholar, Index Copernicus and CEJSH.

International editorial board:

- | | |
|----------------------------|---|
| Rostislav MOTSYK | – (Chairman, Scientific Editor), PhD in Pedagogical Sciences, Associate Professor (Kamianets-Podilskyi Ivan Ohienko National University, Kamianets-Podilskyi, Ukraine); |
| Sofia DEMBITSKA | – Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Professor (Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, Ukraine); |
| Muhammet DEMİRBİLEK | – PhD in Educational Technology, Professor (Suleyman Demirel University, Isparta, Turkey); |
| Oksana HORBATIUK | – PhD in Pedagogical Sciences, Associate Professor (Kamianets-Podilskyi Ivan Ohienko National University, Kamianets-Podilskyi, Ukraine); |
| Oksana KRAVCHUK | – Doctor of Pedagogical Sciences, Associate Professor (Ataturk University Turkey, Erzurum, Turkey); |
| Maryna MIASTKOVSKA | – PhD in Pedagogical Sciences (Kamianets-Podilskyi Ivan Ohienko National University, Kamianets-Podilskyi, Ukraine); |
| Svitlana POLISHCHUK | – PhD in Pedagogical Sciences, Associate Professor (Kamianets-Podilskyi Ivan Ohienko National University, Kamianets-Podilskyi, Ukraine); |
| Olena TRIFONOVA | – Doctor of Pedagogical Sciences, Professor (Volodymyr Vynnychenko Central Ukrainian State University, Kropyvnytskyi, Ukraine); |
| Iryna SLIPUKHINA | – Doctor of Pedagogical Sciences, Professor (National Centre «Junior Academy of Sciences of Ukraine», Kyiv, Ukraine). |

Collection of Scientific Papers of Kamianets-Podilskyi Ivan Ohienko National University. Pedagogical series / [Editorial Board Members: Rostislav MOTSYK (Chairman, Scientific Editor) and other]. Kamianets-Podilskyi : Kamianets-Podilskyi Ivan Ohienko National University, 2025. Issue 31: Formation of a future teacher in the conditions of digital transformation of natural science education. 276 p.

Published since 1993 once a year

The collection materials reflect the results of the authors' scientific research and their acquired experience on the problem of becoming a future teacher in the context of the digital transformation of natural science education. The research papers are presented in the following sections: 1. Innovation in natural science education: projects, programs, methods, technologies; 2. Results objectification of the educational and cognitive activity of education process participants in today's conditions; 3. Formation of professional qualities of future teachers of physical and technological disciplines in the STEM education; 4. Ensuring natural science, mathematics and digital competence of future teachers in the conditions of New Ukrainian School and the use of AI in education.

For scientific and pedagogical workers of higher education institutions, employees of the general secondary education system, higher education students of all levels, as well as everyone who is interested in the development and expansion of modern natural science, mathematics, physics and technology education.

UDC 378.4(477.43)(082):53(063)

ПЕРЕДМОВА

Сучасний етап розвитку освіти характеризується глибокими трансформаційними процесами, зумовленими цифровізацією суспільства, стрімким розвитком інформаційно-комунікаційних технологій та переосмисленням ролі вчителя в освітньому просторі. Особливої актуальності ці зміни набувають у сфері природничо-математичної та технологічної освіти, де поєднання фахової підготовки з цифровими, дослідницькими та міждисциплінарними підходами стає визначальним чинником професійного становлення майбутнього педагога.

Збірник наукових праць *«Становлення майбутнього вчителя в умовах цифрової трансформації природничо-наукової освіти»* об'єднує результати наукових досліджень, теоретичних узагальнень і практичних напрацювань науковців, викладачів закладів вищої освіти, а також молодих дослідників – аспірантів та докторантів, спрямованих на осмислення сучасних викликів і перспектив підготовки фахівців природничої, математичної та технологічної освітніх галузей.

Перший розділ збірника *«Інноватики в природничо-науковій освіті: проекти, програми, методики, технології»* містить результати досліджень сучасних педагогічних практик, які спрямовані на оновлення змісту, форм і методів навчання. Значну увагу приділено проєктно-орієнтованому навчанню, інтеграції цифрових ресурсів, використанню віртуальних лабораторій, симуляцій і сучасних освітніх платформ у процесі викладання природничих дисциплін.

У другому розділі представлено дослідження з проблеми *«Об'єктивізація результатів навчально-пізнавальної діяльності здобувачів освіти в умовах сьогодення»*. Автори висвітлюють сучасні підходи до оцінювання навчальних досягнень, зокрема методику формувального та підсумкового контролю, використання цифрових інструментів для моніторингу динаміки навчальних досягнень здобувачів освіти, а також способи забезпечення прозорості й достовірності результатів навчання.

Третій розділ присвячено проблемі *«Формування професійних якостей майбутніх учителів фізико-технологічних дисциплін в умовах STEM-середовища»*. Матеріали розділу розкривають потенціал міждисциплінарної інтеграції, особливості розвитку інженерного мислення, креативності та дослідницьких умінь здобувачів. Особливу увагу приділено практичній спрямованості підготовки фахівця, здатного до ефективної професійної діяльності в інноваційному освітньому просторі.

У четвертому розділі представлено результати досліджень з проблеми *«Забезпечення природничо-математичної та цифрової компетентностей майбутніх учителів в умовах Нової української школи та впровадження штучного інтелекту в освіті»*. Автори акцентують увагу на розвитку цифрової грамотності, аналізі етичних викликів використання інтелектуальних систем, а також стратегіях підготовки педагога до ефективної діяльності в умовах глобальної цифрової трансформації.

Висловлюємо вдячність авторам за змістовні напрацювання. Представлені матеріали, як очікується, стануть надійним підґрунтям для наукової та практичної діяльності педагогічної спільноти у галузі природничо-математичної та технологічної освіти, сприятимуть модернізації освітнього процесу й стимулюватимуть подальші наукові пошуки.

З повагою, редколегія збірника

АЛФАВІТНИЙ ПОКАЖЧИК АВТОРІВ

А		І		Р	
АТАМАНЧУК Вікторія	12	ІВАНЕНКО Павло	187	РАДЗИВСЬКА Олена	132
Б		К		РЕШІТНИК Юлія	264
БЕВЗ Андрій	183	КИРИЛЕНКО Олена	142	РОМАНЕНКО Тетяна	103
БЕВЗ Анна	183	КОБИЛЯНСЬКИЙ Олександр		С	
БІЛИК Жанна	228		45, 210	САВЧЕНКО Вадим	67
БЛАГОДАРЕНКО Людмила	107, 113	КОВАЛЬСЬКА Ірина	132	САДОВИЙ Микола	72
БОЙКО Андрій	16	КОЗАК Інна	214	САМАР Ангеліна	75
БОНДАРЕНКО Юлія	178	КОЗАРЬ Оксана	127	СІЛЬВЕЙСТР Анатолій	165
БОСОВСЬКИЙ Микола	187	КОРОЛЕНКО Данило	178	СІЧКАР Тарас	113
БОТУК Леонід	243	КОСТЕНКО Віталій	219	СЛОБОДЯНИК Ольга	67
БРОДОВИЧ Юрій	127	КУЛІБАБА Євгеній	45	СМАЛЬКО Олена	253
В		КУХ Аркадій	96, 223	СМОРЖЕВСЬКИЙ Юрій	122, 147
ВАСИЛЕНКО Сергій	107	КУХ Оксана	96, 223	СТЕЦИК Сергій	170
ВИШИНСЬКА Галина	80	Л		СТОКРАТНИЙ Сергій	80
ВОЖГА Ірина	135	ЛАКОЗА Наталія	228	Т	
Г		М		ТЕРЕЩУК Андрій	261
ГАЙДАМАКА Іван	191	МАКСИМЧУК Андрій	233	ТЕРЕЩУК Сергій	264
ГАЛАТЮК Михайло	117	МАЛЬЧЕНКО Світлана	239	ТКАЧЕНКО Анна	103
ГАЛАТЮК Тарас	117	МАРИНІНА Вікторія	135	ТОРКІНА Катерина	248
ГАЛАТЮК Юрій	117	МАРКОВСЬКА Софія	178	ТРИФОНОВА Олена	72
ГЕСЕЛЕВА Катерина	7	МЕНДЕРЕЦЬКИЙ Вадим	49	Ф	
ГЕТМАНЮК Оксана	16, 21	МИРОШНІЧЕНКО Юрій	142, 243	ФЕДОРЧУК Володимир	253
ГОЛОВКО Віктор	178	МОКЛЮК Микола	165	Ч	
ГОМЕНЮК Ганна	21	МОРОЗ Людмила	57	ЧЕРНЕВИЧ Віта	75
ГОРДІЄНКО Ірина	147	МОЦІК Ростислав	135, 147	ЧИЖСЬКА Тетяна	35
ГРАНАТ Ріта	26	МУКОВІЗ Олексій	248	ЧОРНА Оксана	174
ГРИГОРЧУК Олександр	219	Н		ЧУМАК Микола	219
ГРОМЯК Мирон	16, 21	НЕДІЛЬСЬКА Уляна	49	Ш	
ГУДИМА Уляна	30	О		ШЛЕНЧАК Сергій	86
Д		ОЛЕНЮК Василь	152	ШОСТАЦЬКА Марія	210
ДАНИЛЮК Сергій	103	ОПАЧКО Магдалина	53, 127	ШТОФЕЛЬ Ольга	178
ДАРМОСЮК Валентина	122	ОПТАСЮК Сергій	7	ШУТ Микола	113
ДИНИЧ Альона	122, 206	ОСТАПЧУК Микола	57	Щ	
ДОНЕЦЬ Наталія	195	П		ЩИРБА Віктор	92
ДУМАНСЬКА Тетяна	30	ПАВЛОВА Наталія	142		
ДЮЖЕНКОВА Ольга	35	ПАВЛЮК Богдан	165		
Є		ПАНЧУК Наталія	63, 156		
ЄФИМЕНКО Світлана	40	ПАНЧУК Олег	63, 156		
З		ПИЛИПЮК Тетяна	92		
ЗАБОЛЮТНИЙ Олександр	200	ПОВЕДА Руслан	161, 214		
ЗЕЛЕНСЬКИЙ Олексій	122, 206	ПОВЕДА Тетяна	161, 214		

ІННОВАТИКА В ПРИРОДНИЧО-НАУКОВІЙ ОСВІТІ: ПРОЄКТИ, ПРОГРАМИ, МЕТОДИКИ, ТЕХНОЛОГІЇ

УДК 378.147:517.9:004

DOI: 10.32626/2307-4507.2025-31.7-11

Kateryna HESELEVA¹, Serhii OPTASIUK²^{1,2}*Kamianets-Podilskyi Ivan Ohienko National University**e-mail: ¹hesseleva@kpnu.edu.ua, ²optasyuk.s@kpnu.edu.ua**ORCID: ¹0009-0009-2619-5604, ²0000-0003-1784-7155*

INTEGRATING DIFFERENTIAL EQUATIONS INTO HIGHER EDUCATION STEM: PROJECT-BASED APPROACH AND DIGITAL TECHNOLOGIES

Abstract. The article addresses the actual challenges in higher education in physics and mathematics and substantiates the feasibility of its modernization through the integration of the differential equations course within the framework of STEM education. Particular attention is paid to bridging the gap between the theoretical training of higher education students and the practical demands of modern science and engineering practice. STEM-oriented approach to teaching differential equations is proposed, based on a combination of problem-based learning and project-based learning. This approach facilitates a transformation of the educational process in which students act as active researchers, while instructors assume the role of facilitators and coordinators of learning and research activities. The practical implementation of the proposed approach involves a step-by-step project workflow aimed at solving applied problems in mathematical modelling. To illustrate the applied potential of differential equations, a series of case studies is presented, covering problems related to thermal, acoustic, hydrodynamic, electromagnetic, and nonlinear oscillatory processes. The role of specialized applied software tools in solving such problems is highlighted, and a comparative analysis of widely used platforms, including Wolfram Mathematica, MATLAB, and Python, is conducted. The implementation of a STEM-oriented approach in teaching differential equations enhances students' motivation and contributes to the development of key professional competencies necessary for training competitive specialists in the field of natural and mathematical education.

Key words: STEM project, teaching differential equations, digital tools, interdisciplinary approach, higher education students.

Relevance and methodological conditions. The modern educational paradigm is undergoing radical transformations, moving away from the traditional knowledge-based approach that focused on the mechanical memorization of facts and formulas. Instead, the competency-based approach is gaining importance, which aims to develop critical thinking skills, systematic analysis and the ability to solve complex problems in real-life situations in higher education students. These changes are dictated by both global trends and the demands of the labour market, which requires specialists capable of interdisciplinary interaction and flexible response to a rapidly changing world.

Unfortunately, classical courses in higher mathematics, in particular differential equations, in higher education institutions often remain outside these transformations. Like the school curriculum, they are often detached from real life and practical applications, leading to a loss of motivation among higher education students who do not see the practical value of studying abstract concepts. This problem is not merely didactic, but fundamental and systemic: the gap between theoretical abstraction and the applied world creates a kind of «chasm» in understanding. A student who does not understand how the theory of differential equations can be used to model physical processes

and technical problems has no internal incentive to master the material in depth. The introduction of a STEM-oriented approach at the higher education level is not just a «modernization» but a critically important condition for overcoming this gap. This allows differential equations to be transformed from an end in themselves into a powerful tool for describing and understanding various processes in the surrounding world, which radically changes the perception of the subject [1].

Tasks that require the use of mathematical tools in the context of other sciences (physics, economics, programming) teach higher education students not only to perform algorithms, but also to analyse problems from different viewpoints, evaluate the reliability of data, and choose the best strategies for solving them. This shapes an analytical mind-set. Real-world problems often do not have a single solution. The interdisciplinary context of STEM-oriented education encourages students to search for non-standard mathematical models and creatively combine knowledge from different fields to generate innovative solutions. Thus, an interdisciplinary approach to learning is critical for acquiring the necessary skill set that stimulates critical thinking, creativity, and the readiness of higher education seekers for real-world challenges [8].

Conceptual foundations of STEM-oriented teaching of differential equations. As is well known, STEM education is based on the integration of science, technology, engineering, and mathematics and serves as a conceptual basis for the modernization of higher mathematical education. Its key principles – integration and practical orientation – demonstrate the connection between science and life, and contribute to the development of critical and systematic thinking, teamwork skills, and the ability to solve complex problems of today.

The central methodologies for implementing these principles are Problem-Based Learning (PBL) and Project-Based Learning (PjBL).

PjBL is an educational technology that involves active research into real-world challenges and problems. PjBL focuses on the engineering design process, where higher education students identify a problem, conduct research, develop solutions and, if necessary, create a prototype. PBL, in turn, uses a problem as a starting point for acquiring knowledge. Both methods, being multidisciplinary in nature, significantly increase student motivation by engaging them in solving real physical, economic, and technical problems.

PBL and PjBL are not just a set of techniques, but a systematic approach that transforms the role of the teacher from a «source of knowledge» to a «leader of educational and scientific research». Students cease to be passive listeners and take responsibility for their own learning. This transition from passive consumption of information to its active creation in the form of specific research is a fundamental change in the entire educational process, which directly correlates with the requirements of STEM education and the labour market. Thanks to this approach, the learning process mimics real scientific research or engineering work, helping higher education seekers develop key competencies such as teamwork, critical thinking, and readiness to solve real-world problems [2, 5].

Development and implementation of a comprehensive STEM project on differential equations. Project-based learning based on real-world models is a highly effective method of teaching differential equations, as it allows students to move from an exclusively algorithmic style of learning to a deep understanding of the content and practical significance of the material [3, 7]. This approach can be implemented using a step-by-step plan that combines scientific and engineering methods:

1. Setting the task/question. Students formulate a real-world problem, such as «How to predict bridge vibrations during gusts of wind?» or «How does heat transfer occur in an object?».

2. Background research. At this stage, learners search for information about existing mathematical models and solutions using scientific sources and online resources.

3. Formulating a hypothesis/requirements. Students make assumptions about the expected behaviour of the model or compile a list of requirements that their solution must meet.

4. Building and solving the model. This is the main stage, where theoretical knowledge from the course is applied in practice to build a differential model and its analytical or numerical solution.

5. Testing and data analysis. The results obtained are evaluated and compared with real data. Students analyse

and interpret the conclusions, filtering out false or irrelevant solutions.

6. Presentation. The final stage, where the project results are demonstrated and their practical value is discussed.

In modern STEM education, differential equations are a fundamental tool for describing and analysing processes that change over time and space. For future specialists in various fields of training, particularly technical ones, mastery of mathematical modelling methods is a key competence, as it forms the basis for solving most engineering problems [6]. From heat transfer in materials and vibrations in mechanical systems to controlling electronic circuits or predicting the behaviour of complex technical objects, all these processes can be effectively formulated and investigated using differential equations.

In the educational process, the use of case studies based on real or near-real engineering situations makes it possible to demonstrate the practical significance of mathematical methods, increase the motivation of students, and ensure integration between mathematics, physics, computer science, technology, and engineering. Such cases promote the development of critical thinking skills, data handling, the application of numerical methods, model analysis, and engineering decision-making.

The cases below illustrate how differential equations help model and study various processes. They demonstrate that mathematical modelling is not an abstract theory, but an effective tool in engineering practice and an important component in the training of competent STEM professionals.

Let us consider some examples of projects involving the construction of mathematical models for the study of dynamic processes in various fields.

Case 1. Thermal dynamics of a building's volumetric-spatial system (energy efficiency model). Suitable for predicting temperatures in rooms/buildings, assessing heat loss, optimising insulation, and analysing responses to the switching on/off of heating or solar heating.

Assumptions/preserved: let the materials be linear (thermal conductivity does not depend on T), heterogeneous parameters in space are possible, convection at the outer edges is linear, then let us consider the task.

Mathematical model (PDE, 3D)

$$\rho c_p \frac{\partial T(x, t)}{\partial t} = \nabla \cdot (k(x) \nabla T(x, t)) + q(x, t).$$

Boundary conditions (examples): on the outer surface (convection + radiation)

$$-k \frac{\partial T}{\partial n} = h(T - T_{out}(t)) + \sigma \varepsilon (T^4 - T_{sky}^4),$$

at internal joints – continuity of T and heat flow.

Initial conditions

$$T(x, 0) = T_0(x).$$

The following solution methods can be applied: modal decomposition for simple geometries; finite element method (FEM) or finite difference method (FDM) for 2D/3D; reduced-order model (0-D or 1-D) through spatial mode approximation.

The practical significance lies in the fact that we obtain the field $T(x, t)$ of cooling/heating time, heat flows through the walls, the effect of improved insulation; it allows us to quantitatively estimate energy savings when changing K or h .

Expected result: temperature/time maps before equilibrium is established, time series of average temperatures in the room, sensitivity of heat loss to parameters (sensitive analyses), efficiency of energy-saving measures in per cent (%).

Case 2. Wave modelling and modal analysis of room acoustics (stationary and temporal behaviour). Suitable for determining room resonance frequencies, calculating standing waves, designing sound absorption, and localising sound sources.

Assumptions: linear acoustics, negligible air flow (small M), adequate boundary conditions (absorbing/rigid walls) can be applied.

Mathematical model (wave equation, 3D)

$$\frac{\partial^2 p}{\partial t^2} = c^2 \Delta p(x, t) + s(x, t),$$

where p is acoustic pressure, c is the speed of sound, and s is the source.

Stationary (harmonic) form at

$$p(x, t) = R(\tilde{p}(x)e^{i\omega t}), \Delta \tilde{p} + k^2 \tilde{p} = -\tilde{s}(x), \quad k = \frac{\omega}{c}.$$

Boundary conditions:

$$\text{rigid wall } \frac{\partial \tilde{p}}{\partial n} = 0,$$

$$\text{absorbing (impedance)} \quad \frac{\partial \tilde{p}}{\partial n} + Z\tilde{p} = 0.$$

Methods: modal analysis (natural frequencies and natural modes), Helmholtz solution (FEM), absorbing boundary conditions (PML) methods for open spaces; time integrators for non-stationary problems.

Practical significance: finding resonance frequencies and mode shapes $\Rightarrow$ avoiding standing waves in concert halls/classrooms; quantitative selection of acoustic panels (mode attenuation assessment).

Expected result: natural frequencies and modal shapes, sound level distribution at a given source; estimation of average SPL (sound pressure level) and level reduction after adding absorbers.

Case 3. Hydrodynamics of pipes (practical model for heating and ventilation systems). Suitable for calculating pressure losses in pipelines, predicting transition to turbulence, and determining the efficiency of heat exchangers and ventilation systems.

Assumptions: incompressible fluid (for low speeds), stable viscosity; use a thin boundary layer if necessary.

Mathematical model (Navier–Stokes)

$$\rho \left(\frac{\partial \mathbf{v}}{\partial t} + (\mathbf{v} \cdot \nabla) \mathbf{v} \right) = -\nabla p + \mu \Delta \mathbf{v} + \mathbf{f}, \quad \nabla \cdot \mathbf{v} = 0.$$

Example of reduction – single-axis, stationary, one-dimensional.

$$\text{Equation of flow in a pipe } \frac{\partial p}{\partial x} = -\frac{f_D \rho v^2}{2D}, \quad \text{where}$$

f_D is the friction coefficient (Re function).

Methods: direct numerical simulation (DNS) for research (expensive); RANS + FEM for engineering estimates; linear stability analysis for critical Re; numerical methods: FVM/FEM.

Practical significance: pressure loss prediction, optimization of diameters/speeds to minimize fan energy consumption, evaluation of filter/air duct efficiency, deter-

mination of conditions where turbulence begins (increase in losses).

Expected result: velocity and pressure distributions; pipeline loss values as a function of velocity; determination of mode (laminar/turbulent); recommendations for energy optimization (reduction of Re or redistribution of velocities).

Case 4. Electromagnetic waves in waveguides/signal lines – a model for EMC and energy transmission. Suitable for analysing electromagnetic wave propagation, determining transmission modes in waveguides, compatibility issues (EMC), losses and impedance matching in power systems/radio electronics.

Assumptions: linear isotropic media, possible dielectric and conductive losses; for long lines – line transmission model.

Mathematical model (Maxwell $\rightarrow$ wave equation)

$$\nabla \times \mathbf{E} = -\frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t}, \quad \nabla \times \mathbf{H} = \mathbf{J} + \frac{\partial \mathbf{D}}{\partial t}.$$

Reduction to a wave equation for a field, for example, for E

$$\nabla^2 - \mu\epsilon \frac{\partial^2 E}{\partial t^2} = \mu \frac{\partial J}{\partial t}.$$

Line transmission model (1D)

$$\frac{\partial V}{\partial x} = -L \frac{\partial I}{\partial t} - RI, \quad \frac{\partial I}{\partial x} = -C \frac{\partial V}{\partial t} - CV,$$

where G, R, L, C, G are parameters per unit length.

Boundary conditions: appropriate at the boundaries (impedance, short circuit, open circuit, or PML to reproduce infinite space).

Methods: modal decomposition in regular waveguides; time-domain methods (FDTD) or FEM in the frequency domain; transmission model solution for short/long lines; S-parameters for reflection/transmission estimation.

Practical significance: determination of passbands, losses, reflections; design of matching devices; evaluation of the influence of screens and filters on EMC; minimization of losses in power/signal transmission lines.

Expected result: critical frequencies (modes), field distribution, reflection/transmission coefficients, optimal matching parameters for minimizing reflection and losses.

Case 5. Nonlinear oscillatory systems and resonances (Duffing, Van der Pol) – analysis of steady-state and transient modes. Suitable for predicting nonlinear responses of structures/electrical circuits/optical resonators at high amplitudes; analysing abrupt transitions (bifurcations), resonance capture, damping, and energy extraction.

Assumptions: nonlinearities are important (geometric or material), weak dissipation or the presence of external forced excitation.

Classical model (Duffing oscillator)

$$m\ddot{x} + c\dot{x} + kx = \alpha x^3 = F \cos(\omega t),$$

where α is the nonlinearity (stiffness) coefficient.

Alternative models Van der Pol (self-excitation)

$$\ddot{x} - \mu(1 - x^2)\dot{x} + \omega_0^2 x = 0.$$

Analysis: asymptotic approximation methods (averaging method, multiple scales), search for stationary amplitude-frequency characteristics, study of stability and

Table 1

Comparative characteristics of digital tools for teaching differential equations

Criterion	Wolfram Mathematica	MATLAB	Python
Advantages	Exceptional capabilities for symbolic computation, manipulation, and academic research	Primarily focused on numerical calculations, matrix operations, and engineering tasks	Versatility, use of libraries for numerical (NumPy, SciPy) and symbolic (SymPy, Wolfram Client Library) computations
Interface	Notebook format that combines code, output, and documentation in a single file; unified IDE	Excellent integrated development environment (IDE) for debugging and file management	Flexible environments (IDE, Jupyter Notebooks) that allow you to adapt your workflow to specific needs
Visualization capabilities	Powerful graphics capabilities; interactive visualization features such as Manipulate	Strengths in graphing and data visualization	Extensive visualization capabilities thanks to matplotlib, Plotly, and other libraries
Scope of application	Academic, pure mathematics, theoretical physics	Engineering, signal processing, numerical methods, industry	Data, machine learning, scientific research, web development; universal application
Accessibility	Commercial license	Commercial license	Open source

bifurcations (how the number of steady-state solutions changes with parameter variation).

Practical significance: prediction of uncontrolled transition to large oscillations in structures; explanation of sharp changes in amplitude in acoustic/mechanical systems; design of nonlinear dampers/energy traps; application in energy structures (vibration energy dissipation).

Expected results: amplitude-frequency curves (including hysteresis/multilevelness), stability maps, parameter thresholds for bifurcation, predictions of probable transitions to chaos with increasing stimulus, recommendations on parameters to avoid unwanted resonances.

Digital tools as a catalyst and instrument for STEM education. The transition from traditional calculations to computer modelling is not just a simplification, but a strategic step that allows us to focus on conceptual understanding instead of routine calculations. Modern computer algebra systems (Maple, Mathematica, MATLAB) and visualization programs (GeoGebra, GeomED, STELLA) are important tools that simplify the modelling of real processes and allow the visualization of solutions, which significantly improves the quality of learning [4].

It is important to understand that these tools are not interchangeable, but complementary. The choice of tool is determined by the type of task: Wolfram Mathematica is better suited for analytical research of equations (searching for a general solution), while MATLAB or Python is better for modelling with large data sets. This means that teachers should teach higher education students not a «specific program» or skills for working with a particular interface, but the logic of choosing tools depending on the task at hand, which is a critical competence for future specialists. For example, Wolfram Mathematica with its Manipulate function is ideal for interactive visualization, allowing students to quickly see how changing parameters affects the solution (e.g., SIR models), while MATLAB or Python are better suited for working with large real-world data sets, such as data on the spread of infection, which is part of a STEM project (Table 1).

Methodological integration: from theory to practice. For the successful implementation of the project approach, several key methodological recommendations must be followed. First of all, it is important to organize the work. The problems for the projects should be complex enough to encourage students to form interdisciplinary groups for collaboration. This will allow them to effectively distribute roles and apply different skills to achieve a common goal [9].

The role of the teacher changes from that of a mentor who imparts knowledge to that of a facilitator who guides students' thinking. The teacher does not provide ready-made solutions, but helps students identify the problem, asks leading questions and provides timely feedback.

The assessment system must also be adapted to project-based learning. Traditional assessment, based solely on the final result (exam), does not reflect the full scope of the work. Instead, it is proposed to use a comprehensive system that includes intermediate stages (e.g., assessment of background research, hypotheses), assessment of teamwork, and assessment of the final product (report, presentation, model). This will allow for an objective assessment not only of the final result, but also of the learning process itself, which is the main goal of the STEM approach.

Conclusions. The implementation of a STEM-oriented approach to teaching differential equations in higher education institutions, based on project-based learning and the use of digital technologies, is an effective strategy for overcoming the key challenges of modern education. This approach significantly increases students' motivation and interest in the subject, as they see for the first time with their own eyes the practical value of higher mathematics for solving real-world problems.

In addition, project-based learning contributes to the development of a range of key competencies that are critical for success in the labour market, including critical thinking, teamwork skills, initiative and lifelong learning skills. This allows for a deeper conceptual understanding of the material, which surpasses the results obtained using traditional methods.

For further development of this area, it is necessary to develop comprehensive training courses, methodological guides and banks of applied STEM tasks adapted for use in Ukrainian higher education institutions. It is also important to conduct research on the effectiveness of this approach, using both quantitative and qualitative indicators to assess learning outcomes. The concept of STEM education in Ukraine is only just taking shape at the state level, and there is a need for professional training of scientific and pedagogical workers. The introduction of innovative methods in higher education will have a scaling effect on the entire education system, as graduates who will become future teachers, engineers and scientists will transfer these approaches to lower levels of education and to their

individual professional environments. Thus, the proposed methodology is not just a local improvement of a single course, but a contribution to the overall transformation of science and mathematics education in Ukraine, which is in line with the main goal of the STEM conference.

References:

1. Anderson, J., & Li, Y. (Eds.). (2020). *Integrated approaches to STEM education: An international perspective* [Monograph]. Cham, Switzerland: Springer. URL: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-030-52229-2>
2. Felder, R.M., & Brent, R. (2016). *Teaching and learning STEM: A practical guide*. San Francisco, CA: Jossey-Bass. 2016. 336 p.
3. Heseleva, K., & Dumanska, T. (2023). *Formation of skills in mathematical modelling of applied problems using differential equations methods*. In S.V. Optasiuk et al. (Eds.), *Collection of scientific works of Kamianets-Podilskyi Ivan Ohiienko National University. Pedagogical Series, Issue 29: Technological support of STEM education in the training of natural and mathematical sciences specialists* (pp. 110–113). Kamianets-Podilskyi: Kamianets-Podilskyi Ivan Ohiienko National University.
4. Lyashenko, O. (Ed.). (2020). *STEM/STEAM education: From theory to practice* [Methodical manual]. Kyiv: Institute of Gifted Child, NAPS of Ukraine. URL: <https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/743852/>
5. Margot, K. C., & Kettler, T. (2017). *STEM teaching: An interdisciplinary approach*. New York, NY: Bloomsbury Academic. 2017. 192 p.
6. Martynenko, M.A., & Legeza, V.P. (2008). *Engineering problems of mathematical physics* [Textbook]. Kyiv: National University of Food Technologies. URL: <https://dspace.nuft.edu.ua/items/70c43f9a-e340-4e17-9364-1108546de678>
7. Siasiev, A. (2025). Aspects of the methodology of teaching differential equations: Modern approaches, difficulties, and methods to overcome them. *Ukrainian Pedagogical Journal, Issue 2*, 151–165. URL: https://www.researchgate.net/publication/395108400_ASPEKTI_METODIKI_VIKLADANNA_DIFERENCIALNIH_RIVNAN_SUCASNI_PIDHODI_TRUDNOSI_TA_METODI_IH_PODOLANNA
8. Sukhomlynova, O.V., Heseleva, K.H., & Dumanska, T.V. (2024). Integration of mathematical disciplines into the interdisciplinary context of higher education: Relevance, advantages, challenges. *Science and Technology Today. Pedagogy Series, Issue 5(33)*, 920–933.
9. Valko, N.V. (2022). *Theoretical and methodological principles of preparing future teachers of natural and mathematical sciences for the application of STEM technologies* [Monograph]. Kherson: Kherson State University.

Катерина ГЕСЕЛЕВА, Сергій ОПТАСІЮК

*Кам'янець-Подільський національний університет
імені Івана Огієнка*

ІНТЕГРАЦІЯ ДИФЕРЕНЦІАЛЬНИХ РІВНЯНЬ У STEM-ОСВІТУ ВИЩОЇ ШКОЛИ: ПРОЄКТНИЙ ПІДХІД І ЦИФРОВІ ТЕХНОЛОГІЇ

Анотація. У статті розглянуто актуальні проблеми вищої фізико-математичної освіти та обґрунтовано доцільність її модернізації шляхом інтеграції курсу диференціальних рівнянь у контекст STEM-освіти. Основну увагу приділено подоланню розриву між теоретичною підготовкою здобувачів вищої освіти та практичними потребами сучасної науки й інженерної діяльності. Запропоновано STEM-орієнтований підхід до викладання диференціальних рівнянь, що базується на поєднанні проблемно-орієнтованого та проєктного навчання. Такий підхід сприяє трансформації освітнього процесу, за якої студент виступає активним дослідником, а викладач – фасилітатором і координатором навчально-дослідницької діяльності. Практична реалізація підходу передбачає поетапний алгоритм роботи над проєктами, спрямованими на розв'язування прикладних задач математичного моделювання. Для ілюстрації прикладного потенціалу диференціальних рівнянь наведено низку кейсів, що охоплюють задачі з теплових, акустичних, гідродинамічних, електромагнітних та нелінійних коливальних процесів. Показано роль спеціалізованих програмних засобів у розв'язуванні таких задач та здійснено порівняльний аналіз можливостей Wolfram Mathematica, MATLAB і Python. Впровадження STEM-орієнтованого підходу у викладання диференціальних рівнянь підвищує мотивацію здобувачів освіти та сприяє формуванню ключових професійних компетентностей, необхідних для підготовки конкурентоспроможних фахівців у галузі природничо-математичної освіти.

Ключові слова: STEM-проєкт, викладання диференціальних рівнянь, цифрові інструменти, міждисциплінарний підхід, здобувачі вищої освіти.

Отримано: 10.10.2025

Вікторія АТАМАНЧУК

*Інститут прикладних систем управління НАН України;
Київський національний університет імені Тараса Шевченка;
Інститут педагогіки НАПН України*

e-mail: victoriaatamanchuk@gmail.com; ORCID: 0000-0002-5211-2480

ФІЛОСОФСЬКІ ІМПЛІКАЦІЇ «СКЛАДНОГО МИСЛЕННЯ» В КОНЦЕПЦІЇ НАУКОВОГО ПІЗНАННЯ ПРОФЕСОРА ПЕТРА АТАМАНЧУКА

Анотація. У статті розкрито філософсько-педагогічні основи оригінальної концепції Петра Атаманчука, у якій ідеї складного мислення реалізовано як елементи цілісної системи пізнання. З'ясовано, що український вчений у своїх працях обґрунтовує низку концепцій, які формують філософію наукового пізнання як процесу духовно-ціннісної самоорганізації. До них належать концепції результативного управління навчально-пізнавальною діяльністю, формування прогнозованих професійних компетентностей і світогляду майбутнього учителя фізики. Виявлено, що складне мислення у системі П. Атаманчука реалізується як смислова й структурна модель гармонізації інтелектуальних, інтуїтивних і духовних вимірів пізнання. Особливу увагу приділено категорії світогляду як інтегративній основі формування особистості, здатної до саморефлексії та творчого саморозвитку. Окреслено, що у категоріальній системі науковця важливу функцію виконують поняття контролю й управління навчально-пізнавальною діяльністю, що інтерпретуються ним як керована здатність учасників процесів пізнання входити у режим співналаштування й внутрішньої самоорганізації – як найвищого рівня світоглядного становлення. Обґрунтовано, що у концепції вченого реалізована його власна модель складного мислення, яка узгоджується з принципами освіти 4.0 і формує основи трансдисциплінарного підходу в сучасній освітній парадигмі.

Ключові слова: Петро Атаманчук, наукове пізнання, складне мислення, управління навчально-пізнавальною діяльністю, світогляд, формування особистості, внутрішня самоорганізація, філософсько-методологічні основи.

Вступ. У сучасних трендах розвитку філософії освіти усе виразніше простежується багатовимірність наукового мислення, що виявляється відповіддю на новітні виклики, які потребують саморефлексії та здатності діяти в умовах багатозадачності. Педагогічна концепція Петра Атаманчука, яка формувалася впродовж тривалого часу, а її довершеними зразками є, наприклад, праці [1; 2; 3], органічно втілює ті принципи, які згодом отримали наукове обґрунтування у філософії складного у філософсько-освітньому баченні П. Атаманчука. Завдання: проаналізувати філософсько-педагогічні засади концепції науковця; простежити реалізацію оригінальної моделі складного мислення у системі його наукових поглядів; розкрити аксіологічні та духовні параметри його підходу у контексті сучасної філософії освіти; виявити ознаки цілісного пізнання у структурі наукової концепції вченого.

Методологічну основу дослідження становлять принципи системності й діалогічності, що відображають взаємозв'язок суб'єкта пізнання з освітнім середовищем, у якому циркулюють знання. Застосовано філософсько-герменевтичний підхід для інтерпретації смислової багатогаровості концепції П. Атаманчука; структурно-функціональний підхід використано для визначення ключових концептів його теорії та аналізу їх функціонування як складових частин цілісної системи, а також їхньої практичної реалізації; аксіологічний підхід застосовано для окреслення духовно-інтелектуальних параметрів формування світогляду у концепції науковця.

Основна частина. Наукове мислення П. Атаманчука постає як динамічний процес гармонізації протилежних тенденцій – системних і структурних підходів, раціонального й духовного виміру пізнання. У цьому напруженні між полюсами формується концептуальний простір його ідей, що відзначається внутрішньою цілісністю й філософською глибиною.

Характерною особливістю наукової системи П. Атаманчука є те, що принципи, які пізніше отримали понятійне окреслення у філософії складного мислення (системність, діалогічність, рекурсивність, голографічність, самоорганізованість), у нього постають не як термінологічні означення, а як органічні способи мислення і пізнання. Вони проявляються у структурі його концепцій, у динаміці рефлексій, у гармонізації духовного і раціонального, у взаємодії частини і цілого.

Наукове мислення у працях П. Атаманчука розгортається як самоорганізована система, яка найбільш ефективно функціонує в умовах цілісного сприйняття, що передбачає охоплення різних ієрархічних контекстів та різних рівнів смислового осягнення. Водночас, якщо в Е. Моріна принцип самоорганізації виражає загальні закономірності роботи складних систем, то в осмисленні П. Атаманчука він набуває гуманістичного спрямування, оскільки осягається у проєкціях людської свідомості як шлях до зрівноваження та синергії раціонального, інтуїтивного та духовного начал.

У цьому контексті голографічність, яку Е. Морін описав як принцип складних систем, у концепції П. Атаманчука набуває особистісно-пізнавального виміру. В його інтерпретації вона втілює здатність суб'єкта осягати закономірності функціонування зовнішнього світу, вибудовувати їх відображення у власній свідомості та формувати на цій основі власні світоглядні орієнтири.

Принцип діалогічності, що передбачає співіснування різнорідних начал – хаосу і порядку, раціонального та ірраціонального, об'єкта й суб'єкта, – взаємодія яких породжує динаміку і напругу творення нових смислів. У працях П. Атаманчука діалогічність виявляється у суголосному, але більш антропологічному значенні: як здатність наукового мислення узгоджува-

ти різні площини пізнання, що поєднують раціональне усвідомлення та духовне осягнення. У цьому розумінні діалогічність врівноважує когнітивний, ціннісний, інтуїтивний аспекти мислення, коли суб'єкт мислить і водночас осягає сам процес мислення.

Рекурсивність у теорії складного мислення стає ілюстрацією принципу зворотного впливу системи на саму себе, коли результати її діяльності постають вихідними умовами для нового циклу процесів. У цьому виявляється сутність категорії складності, коли мислення перетворюється на саморефлексію та розширює свої семантичні кордони. Принцип рекурсивності реалізований у підходах П. Атаманчука в індивідуально-рефлексивному вимірі: наукове мислення не тільки конструює знання, але й творить простір постійного переосмислення здобутих знань і досвіду крізь призму духовних та світоглядних вимірів. Найвищим рівнем пізнання у науковця виявляється самопізнання, що постає як здатність до постійного внутрішнього осягнення й самовдосконалення.

Отже, філософські імплікації складного мислення у концепції П. Атаманчука виявляються не лише на рівні термінологічних формулювань, але у самій структурі мислення науковця. Вони простежуються у синтезі динаміки пізнання як багатогранної, постійно оновлюваної системи та духовних векторів, що поглиблюють перспективи цілісного сприйняття і формують унікальну діалогічність сучасної філософії освіти.

Інноваційні підходи П. Атаманчука у площині складного мислення дозволяють окреслити концептуальний горизонт наукових поглядів українського науковця. У своїх працях він обґрунтовує низку концепцій, що формують філософію наукового пізнання як процесу духовно-ціннісної самоорганізації. До них належать концепції результативного управління навчально-пізнавальною діяльністю й формування прогнозованих професійних компетентностей та світогляду майбутнього учителя фізики, що базуються на принципах еталонних вимірників якості знань, об'єктивізації контролю й бінарних цільових орієнтацій.

Концепції П. Атаманчука виростають з глибокого розуміння того, що наукове пізнання не зводиться лише до механізму відтворення знань, а ще й формує простір духовного осмислення як власної співприсутності і співтворення, у якому здійснюється пошук і формування нових смислів. У цьому значенні філософсько-педагогічні концепції підходи виявляються як цілісні і завершені простори, у яких випробується здатність людини узгоджувати раціональне й екзистенційне, об'єктивне та особистісне, кристалізувати нові осягнення. Саме тому кожна його теоретична модель являє собою не лише технологію навчання, а й спосіб самопізнання, коли знання перетворюється на глибинне розуміння.

Однією із ключових категорій у системі наукового пізнання П. Атаманчука, довкола якої формуються фундаментальні засади його концепцій, є інтегративна категорія світогляду – базова для розуміння наукового, духовного й аксіологічного вимірів мислення вченого. Її універсальність і багатошаровість, за інтерпретацією науковця, визначаються синергетичною взаємодією духовного, раціонального та інтуїтивного начал, що виявляється у здатності світогляду трансцендувати особистісний досвід у форму цілісного розуміння.

Головним параметром оцінювання зрілості і цілісності сформованого світогляду, за П. Атаманчуком, є самодостатня особистість, здатна до постійного саморозвитку та рефлексії в умовах динамічного суспільного розвитку. Така особистість, на його думку, засвідчує наявність живого мислення – мислення, яке постійно розширює власні кордони, вирішуючи складні завдання та відповідаючи на складні соціокультурні виклики часу.

Сформована вченим наукова система, в осерді якої перебуває категорія світогляду, має чіткі ознаки метатеоретичного рівня осягнення. Це виявляється у здатності до аналітичного спостереження та самоспостереження, до корекції власних уявлень через об'єктивовану оцінку результатів та власного досвіду, а також у багаторівневому синтезі інформації про зовнішні і внутрішні пізнавальні процеси.

У метатеоретичних осягненнях П. Атаманчук підкреслює пріоритет ціннісних аспектів над інструментальними, оскільки саме у ціннісних вимірах відбувається реалізація мислення як живого, динамічного процесу. Використання будь-якої педагогічної технології, на його думку, визначається насамперед можливостями її вкорінення у ціннісний контекст, що забезпечує єдність пізнання та духовного досвіду. Інтеграція духовного, інтелектуального та інтуїтивного начал формує середовище трансдисциплінарного пізнання. У цьому середовищі наукове мислення виходить за межі вузьких дисциплінарних парадигм і спрямовується на усвідомлення взаємозв'язків між різними галузями науки, а також з культурою та духовністю.

У категоріальній системі П. Атаманчука важливу функцію виконують поняття контролю й управління навчально-пізнавальною діяльністю, що інтерпретуються науковцем як керована здатність учасників процесів пізнання входити у режим співналаштування й внутрішньої самоорганізації – як найвищого рівня світоглядного становлення суб'єкта. Отже, мова йде про духовну зрілість особистості, яка сформувала у собі здатність налаштуватися на сприйняття істини в умовах власної відповідальності і свободи. Така особистість діалектично виступає у ролі суб'єкта і об'єкта управління, здатного координувати власні інтелектуальні, емоційні та духовні процеси, зберігаючи цілісність сприйняття та відкритість до здобуття нового досвіду.

Якщо світогляд інтегрує внутрішні процеси у єдиний простір сприйняття і переосмислення, що забезпечує ефективну взаємодію із зовнішнім світом, задає координати, у межах яких відбуваються будь-які інтелектуальні та інтуїтивні процеси, то мислення й інтуїція підтримують ці зв'язки у стані цілісності й неперервності. У концепції П. Атаманчука мислення та інтуїція постають як взаємодоповнювальні складники цілісного пізнання: мислення структурує досвід, інтуїтивні осягнення цей досвід асоціативно розширюють.

Мислення у своїй найвищій формі саморегуляції створює оптимальні умови для активного і динамічного самопізнання, утримуючи рівновагу між логічним й інтуїтивним полюсами. В інтерпретації науковця, мислення сприймається як процес поступового вибудовування смислу – як динаміка осмислення. Інтуїція розглядається ним як доступ до прямого знання, до сформованого розуміння – як миттєве оновлення, як миттєве пов'язування різних фрагментів, як миттєва реалізація творчої сили.

Конструктивна взаємодія мислення й інтуїції сприяє творенню багатшарових просторів пізнання, що у свою чергу забезпечує інтеграцію нових смислів у світоглядну систему, оновлюючи її цілісність. Окреслена модель взаємозв'язків демонструє принципи складного мислення не тільки на рівні смислових кореляцій, а й у самій своїй структурі.

Складне мислення чітко простежується у різноманітних кореляціях понять у межах наукової теорії П. Атаманчука. У концептуальній системі вченого взаємозв'язки між мисленням, свідомістю, пізнанням, творчістю, комунікацією розкриваються як багатовимірна система взаємних відображень, що реалізує принцип цілісного пізнання – ключового поняття його філософсько-педагогічної концепції. Кожна кореляція репрезентує окремий аспект складного мислення: рефлексивний, гносеологічний, креативний та комунікативно-діяльнісний.

Рефлексивний рівень складного мислення виявляється у співвідношенні мислення і свідомості, коли відбувається самоусвідомлення самого мислення як процесу у середовищі свідомості. У П. Атаманчука мислення постає активним, керованим процесом, що реалізує рефлексивну та пізнавальну сутність свідомості. Воно водночас є інструментом і способом розгортання свідомості, коли відбувається перехід від сприйняття до внутрішнього розуміння.

Гносеологічний рівень складного мислення розкривається у взаємодії мислення і пізнання. Пізнання охоплює широкий спектр відчуттів, сприйняття та досвіду, а мислення забезпечує їх аналіз у взаємозв'язках і формування цілісної картини буття. Науковець розглядає пізнання як атрибут і духовного, і наукового зростання. У його системі мислення виступає основним механізмом пізнання, перетворюючи емпіричну інформацію на теоретичні й ціннісні узагальнення.

Якщо рефлексивний рівень складного мислення спрямований на усвідомлене керування мисленням і його саморегуляцію, то гносеологічний рівень – на цілеспрямоване використання здобутих знань у зовнішній пізнавальній та практичній діяльності. Креативний і комунікативно-діяльнісний рівні складного мислення конкретизують ці взаємодії, забезпечуючи їхню продуктивність й смислову глибину.

Креативний рівень складного мислення демонструє кореляції між мисленням і творчістю. Мислення як синтез логічного та інтуїтивного начал у концепції П. Атаманчука виходить за межі раціонального осягнення, спрямовуючись у вимір творчих імпульсів. Самооновлення мислення відбувається через інтуїтивні осягання, прозоріння й уяву, що відкривають простір трансдисциплінарного смислотворення.

Комунікативно-діяльнісний рівень складного мислення виявляється у здатності до співтворення і діалогу. В інтерпретації науковця мислення реалізується через усвідомлені дії, ціннісні репрезентації та взаємодію із культурним контекстом. На його думку, комунікативно-ціннісний аспект мислення виявляється у здатності налаштовуватись на іншу свідомість, формуючи спільне розуміння і водночас зберігаючи власну ідентичність та цінності. На цьому рівні кристалізується здатність суб'єктів навчання обмінюватися досвідом і знаннями, створюючи трансдисциплінарне середовище.

Рефлексивний, гносеологічний, креативний, комунікативно-діяльнісний рівні формують структуру складного мислення як метасистеми освіти.

Складне мислення у концепції П. Атаманчука найповніше втілюється в окресленні світогляду як інтегративної багатовимірної системи, що об'єднує знання, досвід, інтуїцію, творчість і цінності. Така модель мислення органічно узгоджується із перспективами розвитку освіти 4.0. Складне мислення П. Атаманчука не лише виявляє глибоко продуману, структуровану, багатшарову концепцію, але й представляє метарівень рефлексії, у якому поєднуються когнітивні, аксіологічні, комунікативні аспекти свідомості. Цей підхід формує нову освітню парадигму, у центрі якої перебуває людина як творець зі сформованим світоглядом.

Висновки. У результаті аналізу наукової системи П. Атаманчука з'ясовано, що принципи складного мислення у працях вченого реалізуються на смисловому та структурному рівнях. Узагальнюючи результати дослідження, можна стверджувати, що концепція вченого репрезентує власну філософсько-педагогічну модель складного мислення, що визначається універсальністю принципів та цілісністю пізнання, які поєднують духовне, раціональне та інтуїтивне осягнення.

У концепції П. Атаманчука багаторівневість складного мислення забезпечує цілісність процесів навчання й особистісного розвитку, де мислення одночасно виступає інструментом пізнання й механізмом внутрішньої саморегуляції. Поняття управління навчально-пізнавальною діяльністю у науковця набуває онтологічного виміру як здатність свідомо координувати внутрішні пізнавальні процеси, цілеспрямовано організовувати їх динаміку й прогнозувати шляхи подальшого розвитку. У такому розумінні управління постає формою внутрішньої самоорганізації, що втілює принципи складного мислення.

Осердям теоретико-методологічних підходів П. Атаманчука є інтегративна категорія світогляду, що поєднує інтелектуальний, інтуїтивний і духовно-ціннісний виміри пізнання та визначає методологічні, комунікативні й культурні орієнтири становлення особистості. Світогляд постає як найвища форма саморозвитку, що фокусує екзистенційні та науково-творчі осягнення, забезпечує цілісність пізнання та гуманістичну спрямованість освітніх практик.

Виявлені у працях вченого рефлексивний, гносеологічний, креативний і комунікативно-діяльнісний рівні складного мислення відображають різні аспекти пізнавальної активності людини – самоаналіз і самоспостереження, осмислення здобутих знань, їхнє подальше творче застосування, здатність до діалогу та співпраці. Ці рівні формують багатовимірну структуру, у якій знання перетворюються на розуміння.

Така модель мислення відповідає сучасним тенденціям розвитку освіти 4.0, спрямованою на інтеграцію знань, компетентностей і цінностей у трансдисциплінарному середовищі. Концепція П. Атаманчука засвідчує, що складне мислення є не лише предметом теоретичного осмислення і практичної реалізації, а й філософсько-методологічною основою сучасної інноваційної освіти.

Список використаних джерел:

1. Атаманчук П.С., Атаманчук В.П. Бінарність цільових орієнтацій у професійному становленні майбутнього педагога. *Наукові інновації та передові технології (Серія «Педагогіка»)*. 2023. № 6 (20). С. 397–407. DOI: [https://doi.org/10.52058/2786-5274-2023-6\(20\)-397-407](https://doi.org/10.52058/2786-5274-2023-6(20)-397-407)

2. Атаманчук П.С., Атаманчук В.П. Моделювання інтелектуальних і світоглядних якостей індивіда в умовах пріоритетності природничо-наукової системи освіти. *Наукові інновації та передові технології (Серія «Педагогіка»)*. 2023. № 5 (19). С. 433–444. DOI: [https://doi.org/10.52058/2786-5274-2023-5\(19\)-433-444](https://doi.org/10.52058/2786-5274-2023-5(19)-433-444)
3. Атаманчук П.С., Атаманчук В.П. Теоретичні основи управління процесом формування природничо-наукових компетентностей і світогляду майбутнього фахівця. *Історія становлення та сучасного розвитку педагогіки та психології*: колективна монографія. Рига: Baltija Publishing, 2022. С. 1–22. DOI: <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-245-6-1>
4. Baena-Rojas J.J., Ramírez-Montoya M.S., Mazo-Cuervo D.M., & López-Caudana E.O. Traits of Complex Thinking: A Bibliometric Review of a Disruptive Construct in Education. *Journal of Intelligence*. 2022. Vol. 10, no. 3, art. 37. DOI: <https://doi.org/10.3390/jintelligence10030037>
5. Morin E. Epistemology. Complexity. *International Social Sciences Journal*. 1974. Vol. XXVI, no. 4. Pp. 555–582.
6. Morin E. Restricted Complexity, General Complexity. [Online]. *Worldview, Science and Us; Philosophy and Complexity: proceedings of the Colloquium «Intelligent de la complexité»: Epistemologie et pragmatique» (Cerisy-La-Salle, France, June 26, 2005)*. New Jersey: World Scientific Publishing. 2006. Pp. 1–25. URL: https://uranos.ch/research/references/Morin_2006/Morin.pdf
7. Morin E. Seven Complex Lessons in Education for the Future. [Online]. Paris: UNESCO Publishing, 1999. URL: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000117740>
8. Nicolescu, B. Methodology of Transdisciplinarity – Levels of Reality, Logic of the Included Middle and Complexity. [Online]. *Transdisciplinary Journal of Engineering & Science*. 2010. Vol. 1. DOI: <https://doi.org/10.22545/2010/0009>. URL: <https://www.atlas-tjes.org/index.php/tjes/article/view/9/5>
9. Ramírez-Montoya M.S., Castillo-Martínez, I.M., Sanabria-Z.J., & Miranda J. Complex Thinking in the Framework of Education 4.0 and Open Innovation A Systematic Literature Review. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*. 2022. Vol. 8, no. 1, art. 4. DOI: <https://doi.org/10.3390/joitmc8010004>

Viktoriia ATAMANCHUK

*Institute of Applied Control Systems, NAS of Ukraine;
Taras Shevchenko National University of Kyiv;
Institute of Pedagogy, NAES of Ukraine*

PHILOSOPHICAL IMPLICATIONS OF «COMPLEX THINKING» IN THE CONCEPT OF SCIENTIFIC COGNITION OF THE PROFESSOR PETRO ATAMANCHUK

Abstract. The article reveals the philosophical and pedagogical foundations of Petro Atamanchuk's original concept in which the ideas of complex thinking are implemented as elements of an integral system of cognition. It has been established that the Ukrainian scholar substantiates in his works a set of interrelated concepts that form the philosophy of scientific cognition as a process of spiritual and value-based self-organization. These include the concepts of effective management of educational and cognitive activity, the formation of forecasted professional competences, and the worldview of a future physics teacher. It is shown that complex thinking in P. Atamanchuk's system functions as a semantic and structural model for harmonizing the intellectual, intuitive, and spiritual dimensions of cognition. Particular attention is paid to the category of worldview as

an integrative foundation for the formation of a personality capable of self-reflection and creative self-development. It is demonstrated that within the scholar's categorical framework, the concepts of control and management in educational and cognitive activity play a key role: they are understood as the conscious ability of participants in cognitive processes to enter a mode of co-adjustment and inner self-organization – the highest level of worldview formation. It is substantiated that P. Atamanchuk's concept implements his own model of complex thinking, which aligns with the principles of Education 4.0 and forms the basis for a transdisciplinary approach within the modern educational paradigm.

Key words: Petro Atamanchuk, scientific cognition, complex thinking, management of educational and cognitive activity, worldview, personality formation, inner self-organization, philosophical and methodological foundations.

References:

1. Atamanchuk P.S., Atamanchuk V.P. Binarnist tsilovykh oriiantatsii u profesiinomu stanovleni maibutnoho pedahoha. *Naukovi innovatsii ta peredovi tekhnolohii (Seriia «Pedahohika»)*. 2023. № 6 (20). S. 397–407. DOI: [https://doi.org/10.52058/2786-5274-2023-6\(20\)-397-407](https://doi.org/10.52058/2786-5274-2023-6(20)-397-407)
2. Atamanchuk P.S., Atamanchuk V.P. Modeliuvannia intelektualnykh i svitohliadnykh yakosteii indyvida v umovakh priorytetnosti pryrodnycho-naukovoii systemy osvity. *Naukovi innovatsii ta peredovi tekhnolohii (Seriia «Pe-dahohika»)*. 2023. № 5 (19). S. 433–444. DOI: [https://doi.org/10.52058/2786-5274-2023-5\(19\)-433-444](https://doi.org/10.52058/2786-5274-2023-5(19)-433-444)
3. Atamanchuk P.S., Atamanchuk V.P. Teoretychni osnovy upravlinnia protsesom formuvannia pryrodnycho-naukovykh kompetentnostei i svitohliadu maibutnoho fakhivtsia. *Istoriia stanovlennia ta suchasnoho rozvytku pedahohiky ta psykholohii: kolektyvna monohrafiia*. Ryha: Baltija Publishing, 2022. S. 1–22. DOI: <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-245-6-1>
4. Baena-Rojas J.J., Ramírez-Montoya M.S., Mazo-Cuervo D.M., & López-Caudana E.O. Traits of Complex Thinking: A Bibliometric Review of a Disruptive Construct in Education. *Journal of Intelligence*. 2022. Vol. 10, no. 3, art. 37. DOI: <https://doi.org/10.3390/jintelligence10030037>
5. Morin E. Epistemology. Complexity. *International Social Sciences Journal*. 1974. Vol. XXVI, no. 4. Pp. 555–582.
6. Morin E. Restricted Complexity, General Complexity. [Online]. *Worldview, Science and Us; Philosophy and Complexity: proceedings of the Colloquium «Intelligent de la complexité»: Epistemologie et pragmatique» (Cerisy-La-Salle, France, June 26, 2005)*. New Jersey: World Scientific Publishing. 2006. Pp. 1–25. URL: https://uranos.ch/research/references/Morin_2006/Morin.pdf
7. Morin E. Seven Complex Lessons in Education for the Future. [Online]. Paris: UNESCO Publishing, 1999. URL: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000117740>
8. Nicolescu, B. Methodology of Transdisciplinarity – Levels of Reality, Logic of the Included Middle and Complexity. [Online]. *Transdisciplinary Journal of Engineering & Science*. 2010. Vol. 1. DOI: <https://doi.org/10.22545/2010/0009>. URL: <https://www.atlas-tjes.org/index.php/tjes/article/view/9/5>
9. Ramírez-Montoya M.S., Castillo-Martínez, I.M., Sanabria-Z.J., & Miranda J. Complex Thinking in the Framework of Education 4.0 and Open Innovation A Systematic Literature Review. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*. 2022. Vol. 8, no. 1, art. 4. DOI: <https://doi.org/10.3390/joitmc8010004>

Отримано: 21.09.2025

Андрій БОЙКО¹, Оксана ГЕТМАНЮК², Мирон ГРОМЯК³

Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка
 e-mail: ¹boyko.a1@tnpu.edu.ua, ²getmanuyk_oksana@tnpu.edu.ua, ³ghromyak@tnpu.edu.ua
 ORCID: ¹0000-0002-1634-3775, ²0009-0007-5552-5516, ³0000-0001-8469-991X

ВИКОРИСТАННЯ GEOGEBRA У ПРОЦЕСІ НАВЧАННЯ ДИСЦИПЛІН МАТЕМАТИЧНОГО ЦИКЛУ

Анотація. У статті досліджується доцільність застосування динамічного математичного середовища GeoGebra для оптимізації викладання фундаментальних дисциплін математичного циклу в закладах вищої освіти.

У даній роботі описано шляхи подолання складнощів у засвоєнні студентами фізико-математичних спеціальностей абстрактних і багатовимірних концепцій, що є основою курсів лінійної алгебри, аналітичної геометрії та математичного аналізу засобами ІКТ. Використання ІКТ, зокрема GeoGebra, є критично важливим для глибокої візуалізації таких понять, як лінійні перетворення, криві першого та другого порядку, поверхні першого та другого порядку, застосування диференціального та інтегрального числення.

У процесі проведення формульованого педагогічного експерименту на базі фізико-математичного факультету, здобувачі освіти вивчали вищезгадані дисципліни з використанням GeoGebra. Ключові результати засвідчили статистично значуще підвищення рівня засвоєння матеріалу, суттєве покращення навичок розв'язання задач підвищеної складності та ефективний розвиток просторового мислення. Отримані дані підтверджують, що систематична інтеграція GeoGebra сприяє формуванню у майбутніх вчителів математики глибокого розуміння математичних дисциплін та універсальних інструментальних компетенцій.

Ключові слова: GeoGebra, динамічне математичне середовище, Лінійна алгебра, Аналітична геометрія, Математичний аналіз, візуалізація, професійні компетенції, формульовані педагогічний експеримент, ІКТ.

Актуальність теми. Сучасна освітня парадигма вимагає від викладача не лише передачі знань, а й формування у здобувачів освіти навичок критичного мислення, вміння працювати з даними та вирішувати прикладні задачі. Дисципліни математичного циклу є основою для інженерних, природничих та економічних спеціальностей. Однак їх викладання часто нашітовується на проблему абстрактності матеріалу та низької мотивації студентів.

Використання інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) є одним із найефективніших шляхів подолання цих бар'єрів. Серед численних програмних засобів, особливе місце займає GeoGebra – безкоштовне, багатофункціональне динамічне математичне середовище, що поєднує можливості геометрії, алгебри, статистики та аналізу. GeoGebra дозволяє миттєво візуалізувати математичні співвідношення, перетворюючи статичні зображення на динамічні моделі.

Метою статті є теоретичне обґрунтування та експериментальна перевірка ефективності використання GeoGebra як інструменту для підвищення якості засвоєння навчального матеріалу дисциплін математичного циклу.

Для досягнення мети поставлено та вирішено наступні завдання: проаналізовано теоретичні засади застосування GeoGebra у викладанні математики; розроблено та апробувати комплекс навчальних завдань на базі GeoGebra для обраних тем; проведено педагогічний експеримент та здійснено кількісний і якісний аналіз його результатів; сформульовано методичні рекомендації щодо інтеграції GeoGebra в освітній процес.

Виклад основного матеріалу. Питання інтеграції ІКТ, зокрема GeoGebra, у математичну освіту активно досліджується як українськими, так і зарубіжними вченими. GeoGebra є динамічним математичним середовищем для різних рівнів освіти, у якому об'єднано різні розділи математики з електронними таблицями, графіками, а також статистику [1]. «Використання цього програмного забезпечення GeoGebra при навчанні математики дозволяє поєднати алгебраїчний та геометрич-

ний підходи до вивчення матеріалу, сприяє формуванню просторового уявлення, а головне – дає можливість здійснювати динамічне моделювання та дослідження різних математичних об'єктів та процесів. Таким чином, GeoGebra виступає не лише як засіб візуалізації, а й як потужний інструмент дослідження» [7].

Лупаренко Лариса Анатоліївна стверджує, що: «використання програмного забезпечення GeoGebra у процесі підготовки майбутніх учителів математики забезпечує синтез графічного, табличного та аналітичного представлення інформації, що є необхідною передумовою для формування їхньої інформаційно-цифрової компетентності. Дидактичний потенціал GeoGebra реалізується через її мультифункціональність та здатність створювати динамічне освітнє середовище для моделювання, дослідження та розв'язування навчальних задач» [4].

В одній із її праць досліджується використання вищезгаданої платформи при вивченні аналітичної геометрії, у якій вказано що, «застосування програмного забезпечення GeoGebra при вивченні елементів аналітичної геометрії є ефективним засобом візуалізації геометричних образів, що дозволяє студентам швидше і глибше засвоювати їхні властивості» [3].

Семенихіна О.В. та Попельнюх І.О. у своїх дослідженнях прийшли до висновку: «GeoGebra є мультимедійним, багатофункціональним засобом, використання якого дозволяє поєднати в єдиний навчальний простір роботу з геометричним, алгебраїчним та аналітичним матеріалом. Застосування цього програмного забезпечення при вивченні математичних дисциплін сприяє візуалізації абстрактних понять, підвищує мотивацію студентів та формує їхні навички самостійного дослідження» [5].

GeoGebra актуальна у вивченні математичного аналізу та є популярною темою серед дослідників, оскільки це програмне забезпечення дозволяє візуалізувати абстрактні поняття (похідні, інтеграли, границі, диференціальні рівняння тощо) у динамічному режимі.

Українські науковці активно досліджують інтеграцію GeoGebra в методологію навчання матема-

тики у закладах вищої освіти, зосереджуючись на візуалізації та підвищенні розуміння складних тем матаналізу. Юнчик В.В. та Гриб'юк О.О. стверджують: «Завдяки своїй інтегративній природі, GeoGebra є потужним засобом для візуалізації та динамічного моделювання математичних об'єктів. Це особливо актуально при вивченні математичного аналізу, оскільки дозволяє студентам наочно досліджувати границі, неперервність, похідні та інтеграли функцій. Використання повзунків та динамічних точок допомагає миттєво бачити взаємозв'язок між алгебраїчним виразом функції та її графічним представленням, сприяючи формуванню концептуального розуміння складних понять» [8].

Науковці Т.В. Bedada та М.Ф. Machaba досліджують використання GeoGebra для досліджень з диференціального числення [10]. Праця Indriyatni S., Huda N. присвячена дослідженню ефективності інтеграції динамічного математичного програмного забезпечення GeoGebra у процес викладання та вивчення концепції об'ємів тіл обертання в курсі інтегрального числення. Автори ставлять за мету продемонструвати, як використання GeoGebra може покращити розуміння складних просторових концепцій і зробити процес навчання більш інтерактивним та наочним [11].

Проаналізувавши наукову літературу можна зробити висновок, що GeoGebra є потужним дидактичним інструментом при навчанні дисциплін математичного циклу. Дослідники наголошують, що вона сприяє візуалізації складних 3D-об'єктів та процесів, а також експериментальному підходу, коли студент може самостійно маніпулювати параметрами та спостерігати за змінами результату.

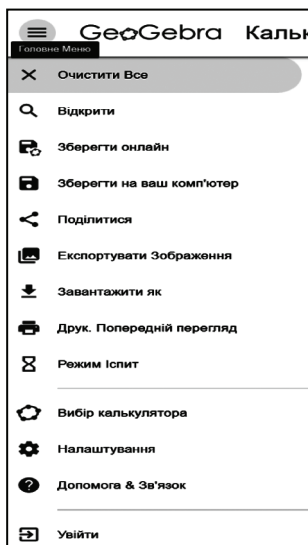


Рис. 1. Головне меню

Виведено окремо декілька "калькуляторів" для різних потреб (Графічний, 3D Калькулятор, Геометрія, СКА, Ймовірність, Науковий). На цьому ж рисунку, під головним меню, подано вікна «Алгебра», «Інструменти», «Таблиця» – ці вікна є головними в інтерфейсі GeoGebra. Вони дозволяють користувачам використовувати різні функції у своїх дослідженнях, проводити обчислення, створювати та маніпулювати геометричними об'єктами, вводити та обробляти великі набори даних і статистики, тощо. Рядок введення, який розташований у активованому вікні «Алгебра», справа біля кнопки «Алгебра», дозволяє вводити ко-

манди та алгебраїчні вирази без використання графічних інструментів. Після натиснення біля нього, на кнопку «+» і «Допомога», відкриються усі математичні функції у GeoGebra (рисунк 3).

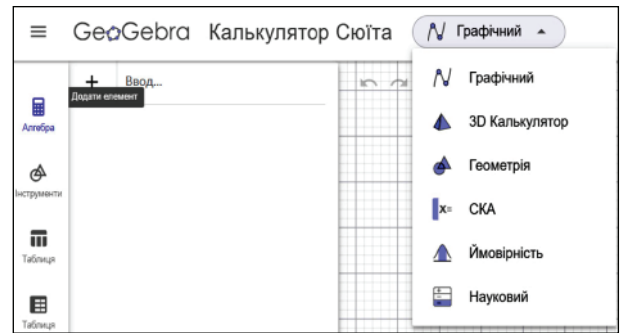


Рис. 2. Основні вікна GeoGebra

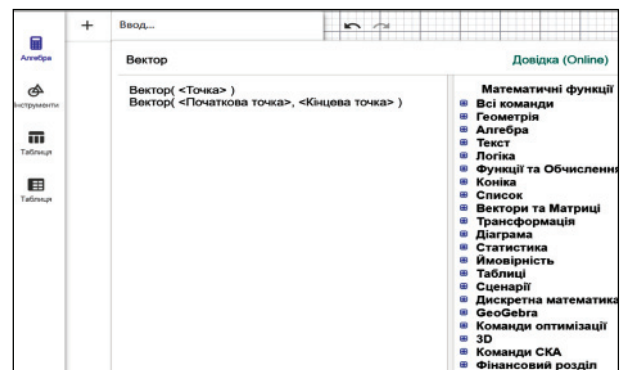


Рис. 3. Математичні функції

Нами розглянуто задачі з лінійної алгебри, аналітичної геометрії та математичного аналізу, в яких продемонстровано використання GeoGebra при їх розв'язанні та проведено обґрунтування цього розв'язку.

Розглянемо конкретний приклад, на якому проаналізовано використання GeoGebra при розв'язуванні системи лінійних рівнянь (СЛР):

$$\begin{cases} x + y + z = 6 \\ x - y + z = 2 \\ 2x + e - z = 1 \end{cases}$$

Розв'язок можна отримати, використавши функцію СКА (Система Комп'ютерної Алгебри), – вона наведена на *рисунку 1* та *рисунку 2*. Отримаємо розв'язок: $x = 1, y = 2, z = 3$ (*рис. 4*).

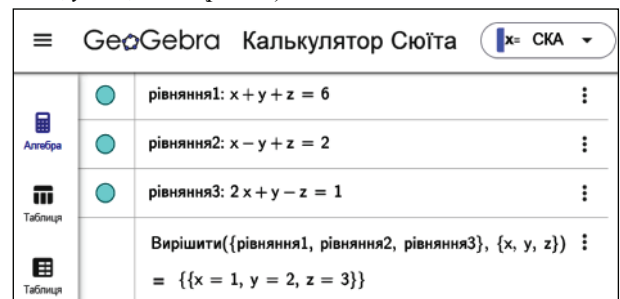


Рис. 4. Розв'язок СЛР через СКА

Послідовність дій у інтерфейсі наступна: 1) відкрити вікно «СКА»; 2) кожне рівняння потрібно ввести в окремий рядок; 3) виконати команду «Розв'язати». Синтаксис команди: *Вирішити* ({Список Рівнянь}, {Список Невідомих}), цю ж команду також можна

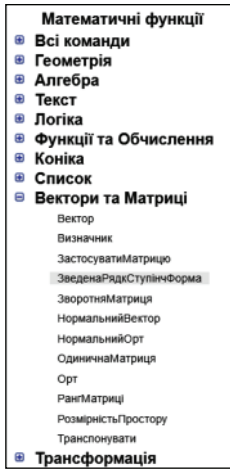


Рис. 5. Застосування функцій

1, 1, 6}, {1, -1, 1, 2}, {2, 1, -1, 1}. У наступному рядку застосовуємо функцію «ЗведенаРядкСтупінчФорма» (рис. 5). В результаті отримуємо східчасту розширену матрицю, в якій відразу за методом Жордана-Гауса отримуюмо розв'язок

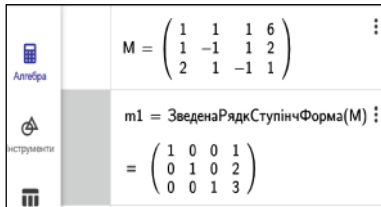


Рис. 6. Зведення СЛР до ступінчастого вигляду

СЛР: $x = 1, y = 2, z = 3$ (рис. 6). Проілюструємо ще цей розв'язок геометрично, а саме як перетин трьох площин. Це досить просто та зручно зробити з допомогою GeoGebra використовуючи 3D «Калькулятор»: 1) вибираємо 3D «Калькулятор» (рис. 2); 2) у кожному рядку вводим окремо кожне рівняння, де результатом буде три площини, які перетинаються у одній точці; 3) знайдемо перетин цих трьох площин (об'єктів), як результат перетину двох площин (прямої) із третьою площиною – отримаємо точку A(1;2;3). Її координати і будуть шуканим розв'язком системи трьох рівнянь із трьома невідомими. Зауважимо, що у GeoGebra можна шукати перетин тільки двох об'єктів, тому ми шукали координати точки двічі послідовно використовуючи перетин двох об'єктів (рис. 7).

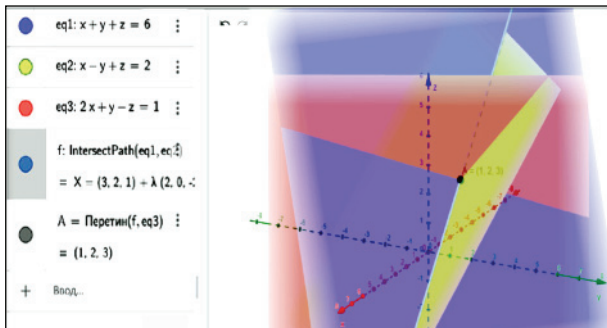


Рис. 7. Перетин трьох площин

З рисунка 7 можна зробити висновок про застосування GeoGebra при вивченні аналітичної геометрії. Тобто, з допомогою цього програмного засобу можна наочно вивчати розміщення будь-яких геометричних об'єктів, таких, як прямі на площині та в просторі,

ввести з клавіатури у четвертий рядок. 4) Натискаємо Enter, та отримуємо розв'язок.

Продемонструємо розв'язок цієї системи аналізуючи метод Жордана-Гауса. У GeoGebra є функції, які дозволяють робити різні перетворення над матрицями, а також над розширеними матрицями системи. Ці функції наведено на рис. 5, який є вихідним із рис. 3. Дану систему рівнянь можна звести до ступінчастого вигляду, та, використавши вищезгаданий метод, відразу знайти невідомі корені. Для цього у вікні «Алгебра» у рядку введення вводимо нашу розширену матрицю у наступному синтаксисі: $M = \{\{1,$

$1, 1, 6\}, \{1, -1, 1, 2\}, \{2, 1, -1, 1\}\}$. У наступному рядку застосовуємо функцію «ЗведенаРядкСтупінчФорма» (рис. 5). В результаті отримуємо східчасту розширену матрицю, в якій відразу за методом Жордана-Гауса отримуюмо розв'язок

СЛР: $x = 1, y = 2, z = 3$ (рис. 6). Проілюструємо ще цей розв'язок геометрично, а саме як перетин трьох площин. Це досить просто та зручно зробити з допомогою GeoGebra використовуючи 3D «Калькулятор»: 1) вибираємо 3D «Калькулятор» (рис. 2); 2) у кожному рядку вводим окремо кожне рівняння, де результатом буде три площини, які перетинаються у одній точці; 3) знайдемо перетин цих трьох площин (об'єктів), як результат перетину двох площин (прямої) із третьою площиною – отримаємо точку A(1;2;3). Її координати і будуть шуканим розв'язком системи трьох рівнянь із трьома невідомими. Зауважимо, що у GeoGebra можна шукати перетин тільки двох об'єктів, тому ми шукали координати точки двічі послідовно використовуючи перетин двох об'єктів (рис. 7).

рі, взаємне розміщення площин та прямих в просторі, будь-яких більш складних кривих та поверхонь як на площині, так і в просторі. А з допомогою вбудованих функцій можна проводити глибокі дослідження відповідних об'єктів як з лінійної алгебри, так і з аналітичної геометрії. Це дає можливість студентам розвивати просторову уяву, критичне мислення та проявляти інтерес до відповідних дисциплін.

У нашій роботі також проведено дослідження щодо використання цієї платформи для розв'язування задач з математичного аналізу.

Для прикладу проведено дослідження на знаходження точок екстремуму функції однієї змінної:

$$f(x) = x \cdot e^{-x^2}.$$

Для цього нам потрібно скористатись «Графічним калькулятором» (рис. 2). У рядок введення вводимо нашу функцію. Це досить просто зробити скориставшись допоміжною клавіатурою, яка вмонтована у інтерфейс інтерактивної платформи. У результаті ми зразу отримаємо графік функції. Далі, у цьому ж рядку, натискаємо кнопку «<» та вибираємо команду «Особливі точки» (див. рис. 8). Ми швидко та точно знайшли екстремальні точки заданої функції. У нашому випадку точка максимуму є точка C, а точка мінімуму – B. Отже, GeoGebra слугує як потужний інструмент, який дозволяє досліджувати функції будь-якої складності, що є невіддільною частиною математичного аналізу.

Розглянемо інший приклад з математичного аналізу. Нехай потрібно знайти площу фігури, яка обмежену графіками функцій

$$f(x) = x^2 \text{ та } g(x) = x + 2.$$

У цьому випадку наша задача зводиться до відшукування визначеного інтеграла. Продемонструємо розв'язок цієї задачі з допомогою GeoGebra: 1) вибираємо графічний калькулятор та вводимо у окремі рядки наші задані функції; 2) знаходимо точки перетину кривих з допомогою команди *Перетин(f, g)*; 3) результатом будуть знайдені дві точки: A = (-1, 1) та B = (2, 4); 4) визначаємо межі інтегрування – це абсциси цих точок: $x_1 = 1$ та $x_2 = 2$; 5) у новому рядку виконаємо команду: *Інтеграл Між(g, f, -1, 2)*, з допомогою якої ми обчислимо площу новоутвореної фігури, яка дорівнюватиме 4,5 квадратних одиниць (див. рис. 9).

Аналізуючи проведені вище нами дослідження, можна сміло стверджувати, що GeoGebra слугує як потужний інструмент, який дозволяє вирішувати широкий спектр задач з дисциплін математичного циклу.

Завдання такого типу були запропоновані студентам фізико-математичного факультету ТНПУ ім. В. Гнатюка. Для проведення експерименту було обрано дві паралельні групи студентів першого курсу. У контрольній групі проводилось традиційне навчання, тобто для демонстрації використовуються статичні малюнки, дошка, креслення від руки. А у експериментальній із інтеграцією GeoGebra. У цій групі студенти регулярно використовували 3D Калькулятор для Побудови площин та векторів, візуалізації взаємного розташування прямих і площин (паралельність, перетин), а також досліджували криві та поверхні другого порядку. За даними експерименту ми дійшли висновку, що досліджуване програмне середовище можна та потрібно використовувати при навчанні викладачами та студентами.

Висновки. Використання динамічного математичного середовища GeoGebra у процесі навчання дисциплін математичного циклу є ефективним дидактичним інструментом. Експериментально доведено, що GeoGebra сприяє підвищенню успішності, поглибленню розуміння абстрактних понять, розвитку просторового і критичного мислення у студентів.

Перспективи подальших досліджень вбачаються у розробці комплексних методик використання GeoGebra для навчання інших математичних дисциплін, а саме: диференціальних рівнянь, диференціальної геометрії, дискретної математики, теорії ймовірностей та математичної статистики, нарисної геометрії.

Список використаних джерел:

1. Круковець Н.В. Актуальні питання використання GeoGebra у процесі викладання математики. *Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції*. Луцьк: ВНУ імені Лесі Українки, 2024. С. 51–53.
2. Кузьменко А.І. Використання GeoGebra у навчанні математики: сучасний підхід. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія: Педагогіка*. 2019. Вип. 2. С. 136–142. URL: <https://tnpu.edu.ua/>
3. Лупаренко Л.А. Використання GeoGebra при вивченні елементів аналітичної геометрії студентами-математиками. *Науковий часопис НПУ імені М.П. Драгоманова. Серія 2. Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання*. 2014. Вип. 15 (22). С. 136–140.
4. Лупаренко Л.А. Дидактичний потенціал GeoGebra як засобу формування інформаційно-цифрової компетентності майбутніх учителів математики. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2021. Т. 81. Вип. 1. С. 138–150.
5. Семенихіна О.В., Попельнюх І.О. Методичні аспекти використання GeoGebra у процесі вивчення математики в закладах вищої освіти. *Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання в підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми*. 2016. Вип. 45. С. 136–140.
6. Семенихіна О.В., Череватова Л.С. Застосування GeoGebra у процесі підготовки майбутніх учителів математики до організації дистанційного навчання. *Наукові записки. Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти*. 2020. Ч. 2. С. 98–103.
7. Співаковський О.В., Кушнір В.М., Ломакіна В.В. Розробка та використання динамічних моделей засобами GeoGebra в умовах інноваційного освітнього середовища. *Інформаційно-комунікаційні технології в сучасній освіті: досвід, проблеми, перспективи*. 2018. С. 48–51. (Примітка: сторінки можуть варіюватися залежно від конкретного збірника конференції).

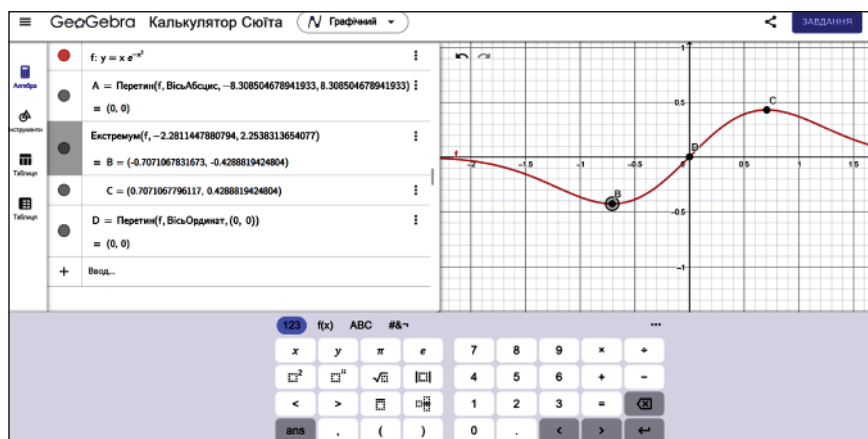


Рис. 8. Дослідження функції на екстремум



Рис. 9. Обчислення визначеного інтегралу

8. Юнчик В.В., Гриб'юк О.О., Новицька В.С., Вдович А.В. Особливості використання системи GeoGebra в процесі навчання курсу математики. *Інформаційні технології в сучасній освіті: досвід, проблеми, перспективи*. 2020. С. 138–143.
9. Dolić M., Beguš J. Application of GeoGebra in Teaching Selected Topics in Mathematics at the College Level. *Metodika*. 2019. Vol. 20, no. 2. P. 296–308.
10. Bedada T.B., Machaba M.F. Investigation of student's perception learning calculus with GeoGebra and cycle model. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*. 2022. Vol. 18, no. 10. Article em2164. DOI: <https://doi.org/10.29333/ejmste/12443>
11. Indriyatni S., Huda N. Penggunaan GeoGebra untuk Menentukan Volume Benda Putar pada Kalkulus Integral. *Indonesian Journal of Education & Mathematical Science*. 2024. Vol. 5, no. 1. P. 58–63. DOI: <https://doi.org/10.30596/ijems.v5i1.18086>
12. Yunchyk V. Atypical mathematics lessons at school by means of GeoGebra. *East – West Conference on Mathematics Education (EWCOME 2016) at the University of Social Sciences and Humanities, Warsaw, Poland*, 2016.

Andrii BOIKO, Oksana HETMANIUK, Myron HROMIAK
Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University

THE USE OF GEOGEBRA IN TEACHING MATHEMATICAL CYCLE DISCIPLINES

Abstract. The article examines the feasibility of using the dynamic mathematics environment GeoGebra to optimize the teaching of fundamental mathematical-

cycle disciplines in higher education institutions. This study outlines ways to overcome the difficulties faced by students of physics–mathematics specializations in mastering abstract and multidimensional concepts that underpin courses in linear algebra, analytic geometry, and mathematical analysis through ICT tools. The use of ICT, particularly GeoGebra, is crucial for the deep visualization of such concepts as linear transformations, first- and second-order curves, first- and second-order surfaces, and the applications of differential and integral calculus. Within the framework of a formative pedagogical experiment conducted at a faculty of Physics and Mathematics, students studied the above-mentioned disciplines using GeoGebra. The key results demonstrated a statistically significant increase in the level of content mastery, substantial improvement in solving advanced-level problems, and an effective enhancement of spatial reasoning skills. The findings confirm that the systematic integration of GeoGebra supports the development of a deep understanding of mathematical disciplines and universal instrumental competencies in future mathematics teachers.

Key words: GeoGebra, dynamic mathematics environment, Linear Algebra, Analytical Geometry, Mathematical Analysis, visualization, professional competencies, formative pedagogical experiment, ICT.

References:

1. Krukovets N.V. Aktualni pytannia vykorystannia GeoGebra u protsesi vykladannia matematyky. *Materialy Vseukrainskoi naukovo-praktychnoi konferentsii*. Lutsk: VNU imeni Lesi Ukrainky, 2024. S. 51–53.
2. Kuzmenko A.I. Vykorystannia GeoGebra u navchanni matematyky: suchasnyi pidkhid. *Naukovi zapysky Ternopilskoho natsionalnoho pedahohichnoho universytetu imeni Volodymyra Hnatiuka. Serii: Pedahohika*. 2019. Vyp. 2. S. 136–142. URL: <https://tnpu.edu.ua/>
3. Luparenko L.A. Vykorystannia GeoGebra pry vyvcheni elementiv analitychnoi heometrii studentamy-matematykamy. *Naukovyi chasopys NPU imeni M.P. Drachomanova. Serii 2. Kompiuterno-orientovani systemy navchannia*. 2014. Vyp. 15 (22). S. 136–140.
4. Luparenko L.A. Dydaktychnyi potentsial GeoGebra yak zasobu formuvannia informatsiino-tsyfrovoi kompetentnosti maibutnikh uchyteliv matematyky. *Informatsiini tekhnolohii i zasoby navchannia*. 2021. T. 81. Vyp. 1. S. 138–150.
5. Semenikhina O.V., Popelniukh I.O. Metodychni aspekty vykorystannia GeoGebra u protsesi vyvchennia matematyky v zakladakh vyshchoi osvity. *Suchasni informatsiini tekhnolohii ta innovatsiini metodyky navchannia v pidhotovtsi fakhivtsiv: metodolohiia, teoriia, dosvid, problemy*. 2016. Vyp. 45. S. 136–140.
6. Semenikhina O.V., Cherevatova L.S. Zastosuvannia GeoGebra u protsesi pidhotovky maibutnikh uchyteliv matematyky do orhanizatsii dystantsiinoho navchannia. *Naukovi zapysky. Serii: Problemy metodyky fizyko-matematychnoi i tekhnolohichnoi osvity*. 2020. Ch. 2. S. 98–103.
7. Spivakovskiy O.V., Kushnir V.M., Lomakina V.V. Rozrobka ta vykorystannia dynamichnykh modelei zasobamy GeoGebra v umovakh innovatsiinoho osvitnoho seredovyshcha. *Informatsiino-komunikatsiini tekhnolohii v suchasni osviti: dosvid, problemy, perspektivy*. 2018. S. 48–51.
8. Yunchyk V.V., Hrybiuk O.O., Novytska V.S., Vdovych A.V. Osoblyvosti vykorystannia systemy GeoGebra v protsesi navchannia kursu matematyky. *Informatsiini tekhnolohii v suchasni osviti: dosvid, problemy, perspektivy*. 2020. S. 138–143.
9. Dolić M., Beguš J. Application of GeoGebra in Teaching Selected Topics in Mathematics at the College Level. *Metodika*. 2019. Vol. 20, no. 2. P. 296–308.
10. Bedada T.B., Machaba M.F. Investigation of student's perception learning calculus with GeoGebra and cycle model. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*. 2022. Vol. 18, no. 10. Article em2164. DOI: <https://doi.org/10.29333/ejmste/12443>.
11. Indriyatni S., Huda N. Penggunaan GeoGebra untuk Menentukan Volume Benda Putar pada Kalkulus Integral. *Indonesian Journal of Education & Mathematical Science*. 2024. Vol. 5, no. 1. P. 58–63. DOI: <https://doi.org/10.30596/ijems.v5i1.18086>
12. Yunchyk V. Atypical mathematics lessons at school by means of GeoGebra. *East – West Conference on Mathematics Education (EWCOME 2016) at the University of Social Sciences and Humanities*, Warsaw, Poland, 2016.

Отримано: 24.10.2025

Оксана ГЕТМАНЮК¹, Ганна ГОМЕНЮК², Мирон ГРОМЯК³

Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка

e-mail: ¹getmanuyk_oksana@tnpu.edu.ua, ²Homenyuk_Hanna@tnpu.edu.ua, ³ghromyak@tnpu.edu.uaORCID: ¹0009-0007-5552-5516, ²0000-0002-2527-8653, ³0000-0001-8469-991X

РОЛЬ ВЧИТЕЛЯ У СУПРОВІДІ ТА ОРГАНІЗАЦІЇ ПРОЄКТНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

Анотація. Стаття присвячена аналізу трансформації професійної ролі вчителя в умовах сучасної освіти. Автор розкриває, як упровадження елементів проєктного методу сприяє переходу педагога від традиційної ролі контролера та джерела знань до позицій наставника, координатора та фасилітатора освітнього процесу. Наголошено, що такі зміни є необхідними для реалізації індивідуальної освітньої траєкторії кожного учня, розвитку його самостійності, критичного мислення та здатності організовувати власну пізнавальну діяльність. У статті визначено, що трансформація ролі вчителя передбачає створення відкритого та підтримувального навчального середовища, у якому учні мають змогу шукати інформацію, співпрацювати та приймати рішення. Підкреслено, що педагог має виконувати функції консультанта й модератора, формуючи уміння «вчитися впродовж життя», які є ключовими для сучасної школи.

Ключові слова: вчитель НУШ, наставник, фасилітатор, індивідуальна освітня траєкторія, метод проєктів, навчальний проєкт, інноваційні педагогічні технології, модерация навчального процесу, проєкти в шкільному курсі.

У сучасній системі освіти традиційний метод реґенеративного навчання домінує над індивідуально-компетентнісним підходом. Це пояснюється тим, що вчителі рідко використовують активні та інтерактивні методи навчання.

Сучасні учні та студенти не вміють самостійно шукати інформацію, їхня пошукова діяльність ще не розвинена, їхні дослідницькі навички ще недостатньо сформовані, а їхні комунікативні навички обмежені через дистанційне навчання, спричинене зовнішніми факторами. У зв'язку з цим дуже важливо використовувати методи та прийоми навчання, що сприяють розвитку навичок самостійного здобуття знань, вміння збирати необхідну інформацію, аналізувати, критично мислити та робити висновки.

Сучасна школа повинна надавати учням можливість шукати та застосовувати знання, а не просто повторювати їх. Вирішенням цієї проблеми може стати використання методу проєктів. Це навчально-виховна технологія, за якої учні отримують знання та навички через процес виконання практичних завдань. Ефективність цього методу у його гуманістичному та дитиноцентричному підході, де навчальний процес зосереджений на інтересах, потребах та особливостях кожної дитини.

У сучасній практиці можна виділити чотири основні напрямки ефективного використання проєктних технологій: як метод навчання в класі, у формі дистанційного навчання, у позакласній діяльності для формування дослідницьких навичок та як засіб організації дослідницької роботи вчителів.

Проєктна робота є однією з перспективних складових сучасного освітнього процесу, оскільки вона сприяє творчому розвитку та самоствердженню учнів, а також водночас формує життєві навички, визначені Радою Європи як ключові компетенції XXI століття: мультикультурні, лінгвістичні, інформаційні, політичні та соціальні. Здатність самостійно здобувати знання, систематизувати їх, орієнтуватися в інформаційному просторі, сприймати проблеми та приймати рішення реалізується за допомогою проєктних методів [2].

Впровадження дослідницької та пошуково-дослідницької діяльності у викладання передбачає суттєву трансформацію ролі вчителя, організатора та координа-

тора навчального процесу. Система діяльності включає вибір рівня педагогічного дослідження, розвиток мислення учнів, поєднання індивідуальних та колективних форм дослідження, а також формулювання проблемних ситуацій залежно від мети та структури уроку.

Проєктна робота є невід'ємною частиною сучасної освітньої стратегії Нової української школи (НУШ), а, відповідно, й має стати невід'ємною частиною підготовки сучасного вчителя. Такий вид навчання дає здобувачам можливість не лише споживати знання, а й застосовувати їх на практиці [4].

Неефективне використання методу проєктів пояснюється недооціненням його потенціалу у формуванні ключових компетенцій учнів та професійних компетенцій студентів – майбутніх вчителів, а також обмеженою обізнаністю вчителів практиків щодо теоретичних основ та передового досвіду їх застосування. У сучасних умовах проблема підвищення ефективності педагогічної діяльності є особливо актуальною. Зміни в системі освіти призводять до зміни підходів до підвищення кваліфікації вчителів, які повинні опанувати сучасні педагогічні технології та ефективні методики організації освітнього процесу, а не лише розширювати методичні знання в галузі.

В контексті Нової української школи зазначається, що вчитель має бути також лідером, менеджером та успішним працівником. Він має бути повністю оснащений знаннями та вміннями застосовувати особистісно-орієнтовані та компетентнісні методи управління освітнім процесом, психологію групової динаміки тощо [4]. Ці положення, безумовно, стануть орієнтиром для підготовки та професійного розвитку майбутніх учителів.

Формування та розвиток особистості в процесі навчання можуть бути досягнуті лише за умови формування позитивного ставлення до навчання, створення сприятливих умов для досягнення спільних цілей та створення способу мислення, за якого кожен учень може висловлювати власну думку. У цьому контексті змінюється роль вчителя: вони перестають бути єдиним джерелом знань, а стають організаторами навчального середовища, модераторами, посередниками, спостерігачами, супутниками та наставниками. Ця трансформація вимагає від вчителів нових методів

та навичок, що дозволяють їм ефективно керувати навчальним процесом, роблячи його більш динамічним та цікавим як для учнів, так і для вчителів. Вчитель тепер виконує роль друга, наставника та едвайзера (людини з глибоким досвідом, яка допомагає вирішувати стратегічні завдання, розробляти плани або вибрати траєкторію навчання. А головне завдання полягає у формуванні в учнів навичок самостійного навчання, здобуття знань та пізнання навколишнього світу, що є, власне, «серцем» методу проєктів.

Одна з найпоширеніших ролей, з якою стикаються сучасні школи, – це роль вчителя-контролера. У цій функціональній ролі вчитель несе повну відповідальність за діяльність у класі, зокрема за те, як учні висловлюються та виконують завдання. Будучи центром навчального процесу, вчитель дає вказівки, координує діяльність учнів та оцінює її результати. Традиційна роль вчителя: формулює завдання, пояснює матеріал, контролює та оцінює роботу. За такого підходу вчитель є основним джерелом знань та координатором діяльності учнів, безпосередньо керуючи їхньою діяльністю та забезпечуючи досягнення освітніх цілей. Функції вчителя, в такому випадку, не включають організацію навчального середовища, мотивацію та сприяння діяльності, спостереження та надання зворотного зв'язку стосовно результатів навчання. Ця модель дозволяє ефективно відтворювати знання та підвищує мотивацію учнів, демонструючи експертність та компетентність вчителя. Однак питання полягає в наступному: чи дозволяє ця роль учням продемонструвати самостійність та критичне мислення, чи відповідає вона їхнім освітнім потребам та чи дозволяє урізноманітнити освітній процес? [1].

У разі переходу до проєктної діяльності роль учителя-контролера зазнає суттєвої трансформації. Педагог втрачає центральну позицію, характерну для моделі «вчитель – авторитетний координатор» і стає фасилітатором навчального процесу, спрямовуючи учнів на самостійне дослідження, колективне вирішення проблем та прийняття рішень. Він більше не контролює кожен крок учнів, а створює умови для їхнього самовираження, розвитку критичного мислення та творчих компетенцій. У цьому контексті вчитель може поєднувати навчання з наставництвом, стимулювати активну участь учнів у навчанні, підтримувати їхню ініціативу та формувати вміння працювати в команді. Такий перехід показує, що традиційна роль контролера поступається місцем ролі координатора, наставника та партнера в освітньому процесі.

Різниця між роллю вчителя та фасилітатора полягає, перш за все, у взаємодії між учнями та контролі навчального процесу. На етапі вибору ідеї вчителі часто безпосередньо представляють теми або обмежують вибір учнів, скеровують їх до виконання конкретного завдання та пояснюють доцільність обраної ідеї. Натомість, вчитель-фасилітатор допомагає учням генерувати власні ідеї, ставити уточнюючі запитання, формулювати альтернативи та визначати конкретну тему.

Роль фасилітатора проєкту є більш демократичною та заснованою на співпраці. Він не нав'язує готових рішень, а дозволяє учням самостійно приймати рішення, планувати та виконувати завдання. Фасилітатор керує груповою роботою, підтримує обговорення, допомагає вирішувати конфлікти, підтримує мотива-

цію та рефлексію, але не контролює кожен крок учня. Фасилітатор виступає наставником, координатором та оцінювачем процесу, зосереджуючись не лише на основних результатах, а й на критичному мисленні, самостійності та навичках командної роботи.

Давайте розглянемо різницю між вчителем-контролером та вчителем-фасилітатором на кожному етапі проєкту. Почнемо з постановки цілей проєкту, що передбачає визначення або зміну вчителем запропонованих учнем ідей та шляхів, зосереджуючись на результатах навчання, яких потрібно досягти. Фасилітатор допомагає учням розвивати свої цілі, допомагає їм визначити, чого вони хочуть навчитися або робити, ставить запитання для уточнення цілей або пропонує альтернативи.

Під час призначення завдань вчителі в своїй традиційній ролі розподіляють завдання між учнями, визначають, хто відповідає за кожну конкретну дію, та контролюють їхню точність. Фасилітатори ж допомагають учням визначити власні ролі та обов'язки, дають поради та пропонують можливі рішення для виконання завдання, а також дозволяють учням вільно вибирати та приймати рішення.

Під час етапів розв'язання задачі та виконання завдання вчитель надає пояснення, пропонує методи розв'язання задачі та може безпосередньо втручатися в процес виконання завдання. Фасилітатор підтримує самостійний пошук рішень, заохочує до обговорення, ставить відкриті та уточнюючі запитання, допомагає досліджувати альтернативні підходи та заохочує учнів до критичного мислення, не нав'язуючи їм заздалегідь заданих відповідей.

Презентація результатів під керівництвом викладача передбачає контроль структури презентації матеріалу, оцінювання кінцевих результатів та надання порад щодо дизайну або презентації. Фасилітатор сприяє презентації результатів, заохочує обговорення, сприяє взаємній оцінці та критиці, а також враховує не лише досягнуті результати, але й процес, за допомогою якого вони були досягнуті. Таким чином, різниця між ролями полягає у ступені автономності учнів: вчитель контролює процес і знання, тоді як фасилітатор стежить, підтримує та стимулює самостійне навчання, а також розвиток критичного мислення та навичок групової взаємодії.

Роль фасилітатора не є єдиною моделлю участі вчителя у проєктній діяльності. Крім фасилітатора, педагог може виступати як модератор, що передбачає дещо інший характер взаємодії з учнями. На відміну від фасилітатора, який насамперед створює умови для самостійної роботи учнів, підтримує їхню ініціативу та допомагає організувати процес навчання, модератор акцентує увагу на структуризації обговорень, регулюванні дискусій і забезпеченні дотримання правил групової взаємодії. Фасилітатор стимулює розвиток творчого і критичного мислення, не даючи готових відповідей, а модератор – ефективну комунікацію та координацію командної роботи, що особливо важливо у великих групах або при складних колективних проєктах.

Таким чином, обидві ролі доповнюють одна одну, дозволяючи вчителю адаптувати свій стиль взаємодії залежно від потреб учнів та конкретних завдань.

Проєктна робота передбачає організацію, координацію та підтримку проєкту в групі або індивідуально з метою досягнення результатів, розвитку критичного мислення, співпраці та групової рефлексії за участю всіх учасни-

ків. На відміну від традиційного лідера, модератор виступає посередником, заохочуючи учнів приймати власні рішення, ефективно спілкуватися та досягати своїх цілей.

Основними завданнями модератора є планування проєкту, включаючи постановку цілей, розподіл ролей, ресурсів та часових рамок; організація взаємодії учасників шляхом створення сприятливої атмосфери для обговорення ідей та підтримки демократичного стилю спілкування; підтримка мотивації студентів, стимулювання їхньої активності та ініціативи; регулювання конфліктів шляхом оперативного виявлення проблем комунікації та їх конструктивного вирішення; а також рефлексія та оцінювання, включаючи аналіз виконаної роботи та розвиток навичок самоспостереження та самооцінки студентів.

Вчитель як модератор проєкту виконує кілька ключових функцій для забезпечення ефективної та продуктивної командної роботи. По-перше, він виступає організатором, сприяючи роботі команди, допомагаючи їй членам координувати та коригувати процеси, ставити цілі та розподіляти обов'язки. З іншого боку, він виступає посередником, забезпечуючи конструктивний діалог у разі непорозумінь чи конфліктів, підтримуючи позитивний клімат у команді.

Крім того, викладач-модератор виступає мотиватором, стимулюючи креативність та генеруючи нові ідеї для учасників. Фасилітатор також виконує роль наставника, спрямовуючи групу до правильного формулювання завдань та пошуку власних шляхів їх реалізації, не впроваджуючи готових рішень. Зрештою, сучасний вчитель – це людина, яка оцінює весь процес, звертаючи увагу не лише на кінцеві результати, а й на весь шлях групи, підтримуючи рефлексію процесу та аналіз сильних сторін роботи, а також аспектів, які потребують покращення.

Через процес модерації проєктна діяльність розвиває важливі компетенції в учнів. Зокрема, критичне та творче мислення розвивається через здатність аналізувати інформацію, ставити запитання, робити обґрунтовані висновки та генерувати оригінальні ідеї. Співпраця включає здатність ефективно працювати в групах, розподіляти відповідальність, слухати інших та брати на себе відповідальність за спільні результати. Планування та управління часом розвиває здатність ставити цілі, розставляти пріоритети, планувати діяльність та розподіляти час і ресурси для успішного виконання проєктних завдань.

Модерація розвиває самостійність та відповідальність учнів, здатність приймати рішення та діяти без постійного нагляду, а також навички критичного мислення, дозволяючи їм оцінювати сильні та слабкі сторони своєї роботи та робити висновки для самовдосконалення. Крім того, формуються комунікативні навички, зокрема, вміння чітко висловлювати ідеї, правильно вести діалог, слухати інших, ефективно спілкуватися як усно, так і письмово.

Контроль та підтримка прогресу також є важливою функцією. Вчителі стежать за тим, щоб діти не відволікалися та були зацікавлені у виконанні завдань, допомагають дітям зосередитися на головному завданні та виправляють групові завдання, якщо вони відхиляються від плану.

Зрештою, модерація включає рефлексію та оцінювання. Вчителі допомагають учням зрозуміти влас-

ний внесок у роботу, проаналізувати результати, визначити успіхи та труднощі, а також підсумувати роботу всіх учнів. Це сприяє розвитку навичок самоспостереження та самооцінювання.

Модерація – це форма співпраці, де вчитель виступає компасом для юних дослідників, допомагаючи їм не збитися зі шляху, не тримаючи їх за руку на кожному кроці. Такий підхід сприяє самостійності, критичному мисленню, співпраці та позитивному ставленню до навчання.

Вчителі, що обирають проєктну діяльність та кож виступають спостерігачами та аналітиками, уважно спостерігаючи за навчанням, аналізуючи взаємодію дітей, виявляючи сильні сторони в розвитку дітей, а також надаючи конструктивний зворотний зв'язок та підтримуючий підхід.

Як партнери, вчителі працюють з учнями як рівноправні учасники навчального процесу: вони беруть участь в обговореннях, діляться своїми знаннями, виконують творчі завдання з дітьми та демонструють відкритість до навчання через спільні дослідження.

Вчителі забезпечують участь усіх учнів в уроці, сприяють обговоренню, ставлять уточнюючі запитання та заохочують взаємне слухання. Ці заняття допомагають розвивати комунікативні навички та навчають учнів конструктивно висловлювати свою думку та поважати погляди інших.

Модератор також виконує функцію вирішення конфліктів. Коли в групі виникають розбіжності, вчитель допомагає знайти компромісне рішення, навчає вести переговори та ввічливо висловлювати думки, сприяє формуванню соціальної компетентності та вміння ефективно співпрацювати.

Функції оцінювача та наставника включають використання формульованого оцінювання, обговорення результатів та робочих процесів, а також підтримку самооцінювання та розвитку автономних навичок. Вчитель допомагає учням визначати успіхи, визначати напрямки для покращення та стимулювати рефлексію після завершення проєкту. Вчитель заохочує учнів до самооцінювання, спонукає їх аналізувати власну роботу, визначати найцікавіші та найуспішніші моменти у своїй роботі, а також розмірковувати над тим, що можна було б зробити по-іншому. Після завершення проєкту вчитель організовує рефлексію, допомагає учням узагальнити нові знання та оцінити розвиток набутих навичок. Крім того, створюються ситуації для взаємного оцінювання, яке проводиться в дружній та підтримуючій атмосфері.

В освітньому проєкті вчитель нового покоління відіграє роль не лише передачі знань, а й керівництва процесом навчання, забезпечуючи активне, усвідомлене та приємне навчання. Це вимагає емпатії, педагогічної гнучкості, розуміння психології молодших учнів, креативності та терпіння.

Підсумовуючи наші роздуми та дослідження ролей вчителя, розглянемо роль викладача НУШ як керівника проєкту. На першому підготовчому етапі студенти беруть участь у тематичних обговореннях зі своїми викладачами, шукають додаткову інформацію та визначають цілі проєкту. На цьому етапі функції викладача включають підготовку презентації, опис методології проєкту, змісту дослідження, актуальності дослідження та допомогу у визначенні завдання. Викладач не лише керує діяльністю студентів, а й сти-

мулює їхню самостійність, підтримує ініціативу, організовує командну роботу, створює умови для розвитку критичного та творчого мислення. Його роль полягає у створенні балансу між контролем та свободою студентів, що дозволяє їм активно брати участь у проекті та набувати компетенцій, передбачених концепцією Нової української школи.

Другий етап – планування. Учні розробляють детальний план дій, який охоплює визначення джерел інформації, вибір методів збору та аналізу даних, способів представлення результатів, формулювання ідей щодо очікуваних результатів, встановлення критеріїв оцінювання процесу та результатів, а також планування етапів роботи та розподіл завдань між учасниками проекту. На цьому етапі учні активно генерують припущення та пропозиції, висловлюють власні ідеї. Вчитель НУШ виступає модератором і фасилітатором: він коригує плани та завдання, забезпечує методичну підтримку, надає рекомендації щодо оптимізації процесів та розвитку компетентностей учнів, спрямовує їхню діяльність на досягнення освітніх цілей проекту.

Третій етап – це дослідження. Учні збирають інформацію, виконують проміжні завдання, спостерігають за об'єктами, проводять експерименти, опитування та працюють з документами. На цьому етапі вчителі спостерігають за діяльністю учнів та опосередковано направляють, радять та консультують, коли це необхідно.

Наступний етап – фінальний, коли студенти готують свої результати, вони аналізують зібрану інформацію та роблять висновки. Вчитель перевіряє остаточний документ та контролює хід аналізу результатів та інформації. Студенти представляють свої результати у формі усних або письмових звітів, а також у формі документальної презентації, після чого проводиться групове обговорення. Викладач зачитує звіти, ставить відповідні запитання та виступає постійним учасником обговорення.

Заключний етап оцінювання проекту передбачає аналіз досягнутих результатів та рефлексію процесу роботи. Учні оцінюють власні дії та результати, порівнюють їх із запланованими цілями та критеріями успіху, обговорюють труднощі та шляхи їх подолання. У цій фазі вчитель НУШ виконує роль коуча: він не лише фіксує досягнення учнів, а й підтримує їх у самостійному оцінюванні, ставить уточнювальні питання, допомагає структурувати висновки та рефлексії. Педагог заохочує учнів критично аналізувати власну діяльність, визначати сильні та слабкі сторони проекту та способи їх покращення, сприяє розвитку навичок саморегуляції та усвідомленого прийняття рішень. Такий підхід забезпечує перехід від оцінки як зовнішнього контролю до оцінювання як інструменту навчання, підтримки і розвитку компетентностей учнів, відповідно до принципів Нової української школи. Таким чином, оцінюються не лише академічні результати, а й набуті *soft skills*, а освітній процес стає траєкторією індивідуалізації.

Траєкторія індивідуального навчання – це ще одна педагогічна технологія, з якою стикнулись сучасні вчителі. Вона передбачає побудову освітнього процесу з урахуванням індивідуальних особливостей кожного учня: рівня знань, швидкості навчання, інтересів, сильних та слабких сторін. Такий підхід дозволяє створити індивідуальну модель навчання, за якої учень самостійно працює над досягненням мети, а вчитель висту-

пає супутником та опорою. Роль вчителя у побудові індивідуальної освітньої траєкторії полягає у створенні умов для диференційованого навчання та підтримки самостійного розвитку учня. Педагог НУШ виступає наставником і коучем, допомагаючи визначити інтереси, здібності та потреби кожного учня, планувати навчальні цілі та вибирати оптимальні методи й форми роботи. Він організовує процес самостійного пізнання, спрямовує учня на опанування ключових компетентностей і критичного мислення, надає зворотний зв'язок та підтримує у прийнятті освітніх рішень. Результатом такої індивідуальної освітньої траєкторії є наприклад робота з подолання академічних прогалин, підвищення мотивації до навчання, розвиток самостійності та відповідальності, формування вміння планувати власну діяльність, а також набуття компетентностей, необхідних для успішної участі у проектній діяльності та подальшому житті.

Академічні прогалини, що виникли у процесі традиційного навчання, зумовлені такими факторами, як пандемія COVID-19, війна та тимчасові відключення електроенергії, які переривають навчальний процес і обмежують доступ учнів до освітніх ресурсів зумовили пасивність учнів та низьку здатність до самостійного прийняття рішень. Переосмислення та трансформація ролі вчителя стає органічною відповіддю на освітні втрати, забезпечуючи умови для більш ефективного, компетентнісно-орієнтованого та адаптивного навчання.

Для подолання академічних прогалин вчитель розробляє індивідуальну освітню траєкторію, що дозволяє максимально адаптувати освітній процес до потреб учня, допомагаючи розвивати самостійність в навчанні, а роль вчителя в цьому процесі поєднує функції наставника, керівника та фасилітатора, залежно від рівня автономності учня та його конкретних потреб.

Заповнюючи прогалини в знаннях, засоби дистанційного навчання дозволяють учням зосередитися саме на тих темах або навичках, які потребують більшої уваги. Наприклад, якщо учень має проблеми з функціями, то вчитель створює дорожню карту, що дозволяє планувати індивідуальні завдання та навчальну діяльність для засвоєння того матеріалу, який був втрачений. Це допомагає уникнути відставання з усіх тем одночасно та зосереджує зусилля на пріоритетних сферах розвитку.

Роль вчителя в цьому процесі радикально змінюється від традиційного «джерела знань» до мотиватора, друга, тренера, наставника залежно від ситуації та конкретних потреб учня. Як друг, вчитель сприяє внутрішній мотивації, допомагаючи учням усвідомлювати власні успіхи та визначати стратегії подолання труднощів. Як фасилітатор, вчитель сприяє самостійному навчанню, допомагаючи орієнтуватися в матеріалі. Як тренер – дає рекомендації, по виконанню рутинних завдань на відпрацювання техніки. Як наставник допомагає розробити конкретні навчальні цілі, пропонує шляхи їх досягнення та керує процесом оцінки прогресу. Вчитель всесторонньо підтримує здобувачів у складних ситуаціях, пропонує пункти, на які слід звернути увагу, та пояснює логіку виконання завдань, не роблячи їх за студента, підтримує самостійність учнів, допомагає їм усвідомлювати власні успіхи та труднощі, а також сприяє розвитку саморегуляції та відповідальності за власне навчання.

Висновки і перспективи подальших досліджень у даному напрямі. Можемо констатувати, що сучасний вчитель має зазнавати трансформації: він поступово перестає бути виключним джерелом знань і бере на себе функцію організатора процесу їх засвоєння. Основне завдання педагога полягає у навчанні учнів ефективно вчитись, критично обробляти інформацію та застосовувати її на практиці. В умовах широкого доступу до інтернет-ресурсів, де міститься величезний обсяг інформації різної якості, педагог має навчити відбирати релевантні дані, структурувати їх і використовувати для досягнення освітніх цілей. Очевидно, що опанування цими новими ролями й ефективне їхнє виконання вимагає суттєвих змін у підготовці вчителя як у виші, так і в системі післядипломної освіти. Важливим напрямом вдосконалення сучасної освіти є також урізноманітнення кваліфікацій і переліку освітніх професій. Адже сучасна школа потребує, зокрема, і професійних тьюторів і коучів, які виконуватимуть специфічні завдання. Тож, сьогоднішнє завдання полягає у поширенні інформації, розробці відповідних тренінгів і курсів та поєднанні можливостей формальної й неформальної освіти у професійному розвитку вчителів у цьому напрямі.

Водночас незалежно від ролі, яку він виконує, вчитель формує культуру своїх учнів, покращує навчальні результати учнів, зміцнює свій авторитет і вплив на дітей [1].

Ці завдання визначають й напрями подальших досліджень: зміст, вектори, форми і засоби такої підготовки, розробка найбільш ефективних та перспективних моделей вдосконалення масової практики вчителя сучасної демократичної школи України.

Список використаних джерел:

1. Гупан Н., Пометун О. Нові професійні ролі вчителя як чинник інноваційного розвитку демократичної освіти. *Формування громадянської культури в новій українській школі: традиційні та інноваційні практики*: матеріали Всеукр. наук.-практ. конф. (м. Суми, 6–7 черв. 2019 р.). Суми, 2019. С. 176–181. URL: <https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/716654>
2. Васильєва В. Нові професійні ролі і завдання сучасного вчителя в контексті концепції Нової української школи [Електронний ресурс]. URL: <https://vseosvita.ua/library/novi-profesijni-rol-i-zavdanna-suchasnogo-vcitela-v-konteksti-koncepcii-novoi-ukrainskoi-skoli-87162.html>
3. Лінчук А. Хто такий вчитель-коуч, вчитель-тьютор і вчитель-фасилітатор? [Електронний ресурс]. URL: <https://anastasia-linchuk.com.ua/?p=898>
4. Нова українська школа. Концептуальні засади реформування середньої школи. Київ, 2017. 40 с. URL: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/nova-ukrainska-shkola-compressed.pdf>
5. Павлюк І.В. Особистість сучасного вчителя в новій школі [Електронний ресурс]. URL: http://ru.osvita.ua/school/lessons_summary/administration/41904/
6. Harmer J. *How to Teach English*. 2nd ed. Harlow: Pearson Education, 2010. 287 p. URL: https://www.academia.edu/34720971/How_to_Teach_English_2nd_Edition_Jeremy_Harmer.PDF?auto=download
7. Денисюк О.Я., Титаренко Н.В., Ткаченко В.В., Дронь Т.О. Учитель НУШ та його роль у реалізації реформи шкільної освіти. *Освітня аналітика України*. 2024. № 3 (29). С. 49–63.

8. Єфіменко С. Нові професійні ролі сучасного педагога [Електронний ресурс]. 2019. URL: <https://cusu.edu.ua/ua/konferenc-19-20/ix-mizhnarodna-naukovo-praktychna-onlain-internet-konferentsiia-problemy-ta-innovatsii-v-prirodnycho-matematychnii-tekhnologichnii-i-profesiinii-osviti/sektiia-2/10483-novi-profesiyni-rol-i-suchasnoho-pedahoha>
9. Goffman E. *The Presentation of Self in Everyday Life*. Edinburgh: University of Edinburgh Social Sciences Research Centre, 1959. URL: https://monoskop.org/images/1/19/Goffman_Erving_The_Presentation_of_Self_in_Everyday_Life.pdf
10. Гусак В.М. Нові ролі педагога у контексті реформ сучасної української школи. *Педагогіка партнерства як основа розвитку суб'єктів освітньої діяльності в умовах НУШ*: матеріали Всеукр. наук.-практ. конф. (Житомир, 15 трав. 2019 р.). Житомир, 2019. URL: <https://conf.zippo.net.ua/?p=79>

Oksana HETMANIUK, Hanna HOMENIUK,
Myron HROMIAK

Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University

THE TEACHER'S ROLE IN SUPPORTING AND ORGANIZING PROJECT ACTIVITIES

Abstract. The article examines the transformation of the teacher's professional role in the context of contemporary education. The author demonstrates how the introduction of elements of the project-based method facilitates the teacher's shift from a traditional role as a controller and transmitter of knowledge to that of a mentor, coordinator, and facilitator of the learning process. It is emphasized that such changes are essential for implementing an individual educational trajectory for each student, as well as for fostering learner autonomy, critical thinking, and the ability to manage one's own cognitive activity. The article highlights that the transformation of the teacher's role involves creating an open and supportive learning environment in which students can search for information, collaborate, and make informed decisions. The study underlines that educators should perform the functions of consultants and moderators, cultivating the ability to «learn throughout life,» which is a core requirement of modern schooling.

Key words: teacher's role at school, mentor, facilitator, individual educational trajectory, project-based method, learning project, innovative pedagogical technologies, moderation of the learning process, projects in the school curriculum.

References:

1. Hupan N., Pometun O. *Novi profesijni roli vchytelya yak chynnyk innovatsiynoho rozvytku demokratychnoyi osvity. Formuvannya hromadyans'koyi kul'tury v noviy ukrayins'kiy shkoli: tradytsiyni ta innovatsiyni praktyky*: materialy Vseukr. nauk.-prakt. konf. (m. Sumy, 6–7 cherv. 2019 r.). Sumy, 2019. S. 176–181. URL: <https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/716654>
2. Vasylyeva V. *Novi profesijni roli i zavdannya suchasnogo vchytelya v konteksti kontseptsii Novoyi ukrayins'koyi shkoly* [Elektronnyy resurs]. URL: <https://vseosvita.ua/library/novi-profesijni-rol-i-zavdanna-suchasnogo-vcitela-v-konteksti-koncepcii-novoi-ukrainskoi-skoli-87162.html>
3. Linchuk A. *Khto takyy vchytel'-kouch, vchytel'-t'yutor i vchytel'-fasylitator?* [Elektronnyy resurs]. URL: <https://anastasia-linchuk.com.ua/?p=898>
4. Nova ukrayins'ka shkola. *Kontseptual'ni zasady reformuvannya seredn'oyi shkoly*. Kyiv, 2017. 40 s. URL:

- <https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/nova-ukrainska-shkola-compressed.pdf>
5. Pavlyuk I.V. Osobystist' suchasnoho vchytelya v noviy shkoli [Elektronnyy resurs]. URL: http://ru.osvita.ua/school/lessons_summary/administration/41904/
 6. Harmer J. How to Teach English. 2nd ed. Harlow: Pearson Education, 2010. 287 p. URL: https://www.academia.edu/34720971/How_to_Teach_English_2nd_Edition_Jeremy_Harmer.PDF?auto=download
 7. Denysyuk O.Ya., Tytarenko N.V., Tkachenko V.V., Dron' T.O. Uchytel' NUSh ta yoho rol' u realizatsiyi reformy shkil'noyi osvity. *Osvitnya analityka Ukrayiny*. 2024. No. 3 (29). S. 49–63.
 8. Yefimenko S. Novi profesiyni roli suchasnoho pedahoha [Elektronnyy resurs]. 2019. URL: <https://cusu.edu.ua/ua/konferenc-19-20/ix-mizhnarodna-naukovo-praktychna-onlain-internet-konferentsiia-problemy-ta-innovatsii-v-prirodnycho-matematychnii-tekhnologichnii-i-profesii-nii-osviti/seksiia-2/10483-novi-profesiyni-rol-i-suchasnoho-pedahoha>
 9. Goffman E. The Presentation of Self in Everyday Life. Edinburgh: University of Edinburgh Social Sciences Research Centre, 1959. URL: https://monoskop.org/images/1/19/Goffman_Erving_The_Presentation_of_Self_in_Everyday_Life.pdf
 10. Husak V.M. Novi roli pedahoha u konteksti reform suchasnoyi ukayins'koyi shkoly. *Pedahohika partnerstva yak osnova rozvytku sub'yektiv osvitynoi diyal'nosti v umovakh NUSh: materialy Vseukr. nauk.-prakt. konf. (Zhytomyr, 15 trav. 2019 r.)*. Zhytomyr, 2019. URL: <https://conf.zippo.net.ua/?p=79>

Отримано: 24.10.2025

УДК 373.5.016:53:52

DOI: 10.32626/2307-4507.2025-31.26-30

Pira ГРАНAT

Український державний університет імені Михайла Драгоманова

e-mail: puta-etfa@ukr.net; ORCID: 0009-0004-0766-0922

КОНЦЕПТУАЛЬНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЗМІСТУ НАВЧАННЯ ФІЗИКИ ТА АСТРОНОМІЇ В ОСВІТНЬОМУ ПРОЦЕСІ

Анотація. У статті запропоновано методичні підходи до формування у майбутніх учителів фізики та астрономії здатності до моделювання змісту навчання фізики та астрономії як ключової фахової компетентності, що базується на аналізі освітніх цілей, очікуваних результатів та умов навчального середовища. Обґрунтовується важливість міжпредметної інтеграції, використання сучасних цифрових технологій та формування продуктивного мислення учнів. Наведено приклади платформ, методичних підходів і дослідницьких завдань, які сприяють реалізації компетентнісного та STEM-орієнтованого навчання. Концепція астрономічної освіти передбачає оволодіння астрономічними знаннями, засвоєння людиною астрономічної культури; формування цілісної особистості, її духовності, творчої індивідуальності, розвитку інтелектуального та емоційного потенціалу. У статті досліджено сутність професійних компетентностей сучасних викладачів астрономії, запропоновано модель професійної компетентності викладачів закладів вищої освіти та проаналізовано її структурні компоненти. Наголошено на необхідності посилення відповідальності держави за якість навчання фізики та астрономії. Зазначено, що у більшості випадків на якість професійної діяльності молодих учителів впливає не відсутність фундаментальних знань з фізики або астрономії, а слабка сформованість компонентів структури педагогічної діяльності, комплексів технологічних, методичних, психолого-педагогічних діагностичних та науково-дослідницьких умінь [5].

Ключові слова: компетентності, інтереси, мотивація, STEM-підхід, критичне мислення, міжпредметні зв'язки, симуляції, віртуальні лабораторії, онлайн платформи.

Моделювання змісту навчання фізики та астрономії – це здатність учителя створювати, адаптувати та вдосконалювати навчальні матеріали таким чином, щоб вони відповідали потребам учнів, сучасним науковим досягненням та методичним підходам. Це не просто переказ інформації з підручника, а творчий процес, який допомагає зробити складні фізичні поняття доступними, цікавими та зрозумілими. Учителю, у якого сформована ця компетентність, здатний перетворити теоретичний матеріал на динамічну та захопливу подорож у світ науки. Тому здатність до доцільного моделювання змісту навчання можна вважати ключовою фаховою компетентністю вчителя фізики та астрономії[2]. Це стосується сучасного підходу до побудови навчальних програм, який враховує не лише зміст предметів, але й мету освіти, очікувані результати та реальні умови, в яких відбувається навчання. А саме:

- аналіз мети навчання визначає, що саме має засвоїти учень з фізики та астрономії: які знання, навички, компетентності; чи є узгодження з державними стандартами освіти, потребами суспільства, науково-

технічним прогресом (наприклад: розвиток критичного мислення, вміння застосовувати закони фізики в реальному житті, розуміння структури Всесвіту);

- оцінка очікуваних результатів визначає формулювання конкретних результатів навчання: що учень має знати, вміти, розуміти після завершення курсу, це можуть бути як когнітивні результати (знання законів, формул), так і практичні (вміння проводити експерименти, аналізувати дані);

- урахування умов освітнього процесу обумовлює врахування матеріально-технічної бази школи, кваліфікації вчителів, наявності лабораторного обладнання, цифрових ресурсів, а також особливостей учнів: їх мотивації, рівня підготовки, інтересів.

- моделювання змісту навчання визначає на основі вищезгаданого створення оптимальної структури курсу: які теми включити, як їх подати, які методи навчання використати, це може бути інтеграція фізики з астрономією, використання проєктного навчання, STEM-підходу, цифрових симуляцій [1].

Отже, моделювання змісту навчання – це основна фахова компетентність сучасного вчителя фізики та астрономії. Вона визначає якість навчання, рівень зацікавленості учнів і ефективність засвоєння знань. Це не просто вибір тем, а системне конструювання навчального курсу, який відповідає сучасним освітнім вимогам, забезпечує досягнення цілей і враховує реальні умови навчання. Такий підхід дозволяє зробити навчання фізики та астрономії більш ефективним, цікавим і практично орієнтованим.

Також моделювання змісту навчання охоплює кілька важливих аспектів:

- методичну компетентність, де учитель володіє навичками планування, адаптації та вдосконалення навчальних матеріалів; вміє застосовувати сучасні методики навчання, інтегруючи їх у зміст уроків; здатний перетворити теоретичний матеріал на практично орієнтоване, цікаве та доступне навчання.
- предметну компетентність, де є глибоке розуміння фізики та астрономії, що дозволяє творчо інтерпретувати складні поняття; здатність актуалізувати знання відповідно до новітніх наукових досягнень.
- педагогічну компетентність орієнтується на потреби учнів: рівень підготовки, інтереси, мотивацію; використання індивідуального та диференційованого підходу; створення емоційно насиченого навчального середовища, де учні відчувають себе дослідниками.
- інноваційна компетентність включає здатність до творчого мислення та впровадження інновацій у навчальний процес та використання цифрових технологій, STEM-елементів, проєктного навчання.

Які завдання повинен виконати вчитель під час моделювання змісту навчального матеріалу?

1. Адаптувати навчальний матеріал з урахуванням вікових особливостей, рівня підготовки та інтересів учнів. Це завдання вимагає від учителя фізики та астрономії гнучкого, індивідуалізованого підходу до навчання, який враховує: вікові особливості (учні різного віку мають різний рівень абстрактного мислення, емоційного розвитку та здатності до самостійного навчання); рівень підготовки (учитель має враховувати, наскільки учні володіють базовими знаннями, чи є прогалини, чи потребують вони додаткової підтримки. Це дозволяє диференціювати навчальні завдання: одним учням – базові вправи, іншим – розширені або дослідницькі.); інтереси учнів (залучення до навчання через тематику, яка близька учням: космос, технології, екологія, спорт, гаджети тощо.) Для вчителя це означає не просто викладати програму, а перетворювати її на живий, цікавий і доступний контент, бути психологічно чутливим, методично гнучким і творчо активним, створювати індивідуальні та групові траєкторії навчання, які відповідають реальним потребам учнів.

Тобто, адаптація навчального матеріалу – це прояв професіоналізму вчителя, його здатності зробити фізику та астрономію зрозумілими, цікавими та ефективними для кожного учня, незалежно від віку, рівня знань чи особистих уподобань.

2. Передбачити міжпредметні зв'язки, які дозволять інтегрувати фізику та астрономію з іншими науками (математикою, хімією, біологією) та повсякденним життям, що допоможе учням уявити фізи-

ку не як абстрактний навчальний предмет, а як частину реального світу. Це означає: виявлення точки дотику між фізикою, астрономією та іншими дисциплінами; включити ці зв'язки у планування уроків, пояснення тем, формулювання завдань; створити інтегроване навчальне середовище, де знання не розділені, а взаємопов'язані.

Приклади міжпредметних зв'язків

Фізика / Астрономія	Інша наука	Приклад інтеграції
Закони руху	Математика	Векторний аналіз, графіки швидкості.
Електроліз	Хімія	Взаємодія електричного струму з речовинами.
Біомеханіка	Біологія	Рух м'язів, робота серця, зір і слух.
Світло і спектри	Астрономія	Аналіз складу зір за спектром.
Теплопровідність	Побут	Чому каструлі мають пластикові ручки?
Гравітація	Життя	Чому ми важимо менше на Місяці ніж на Землі?

Інтеграція з повсякденним життям показує, що учні бачать, як фізика пояснює явища навколо: як працює холодильник; чому літає літак; як зорі світять; чому телефон заряджається? Питання спонукає вчителя до переосмислення ролі фізики та астрономії – не як ізольованих дисциплін, а як інструментів пізнання світу, які тісно пов'язані з іншими науками та реальним життям. Такий підхід формує цілісне наукове мислення і готує учнів до практичного застосування знань.

3. Запланувати використання сучасних технологій, зокрема, таких, як інтерактивні моделі, симуляції, віртуальні лабораторії, щоб візуалізувати складні процеси, які неможливо продемонструвати засобами фізичного експерименту [4]. Сьогодні існує багато сучасних онлайн платформ, які допомагають учителю фізики та астрономії реалізувати міжпредметні зв'язки та інтегрувати навчання з реальним життям. Ці платформи допомагають учителю перетворити фізику та астрономію на інтегрований, живий предмет, який пов'язаний з іншими науками та реальним світом. Вони сприяють розвитку наукового мислення, мотивації та міжпредметної грамотності: **PhET Interactive Simulations (University of Colorado Boulder)** – безкоштовні інтерактивні симуляції з фізики, хімії, біології, математики, дозволяють моделювати реальні явища: електрика, рух, світло, атоми, підходить для різних вікових груп і рівнів підготовки; **Mozaik Education / mozaWeb** – платформа з 3D-моделями, відео, інтерактивними уроками, містить матеріали з фізики, біології, хімії, математики, підтримує STEM-підхід і міжпредметну інтеграцію; **Classcraft** – гейміфікована платформа, яка дозволяє створювати навчальні квести, учитель може інтегрувати теми з різних предметів у спільні завдання, стимулює мотивацію та командну роботу; **Google Arts & Culture** – Візуальні ресурси, інтерактивні тури, наукові проєкти, можна інтегрувати фізику з історією науки, мистецтвом, культурою, підходить для міждисциплінарних проєктів; **Stellarium** – це потужна безкоштовна онлайн-платформа та програмне забезпечення, яке моделює зоряне небо в реальному часі. Вона надзвичайно ефективна для розкриття завдання інтеграції фізики та астрономії з іншими науками та повсякденним життям,

особливо в контексті шкільного навчання. Учні можуть спостерігати рух планет, фазу Місяця, положення зірок – це наочне доповнення до теоретичних знань з фізики (механіка, гравітація, світло); підходить для пояснення тем: добовий рух небесних тіл, паралакси, спектри; **Stellarium** дозволяє працювати з координатами, кутами, часом – розвиває просторове мислення та навички обчислень, можна інтегрувати задачі на обчислення висоти Сонця, тривалості дня, кута піднесення; через вивчення спектрів зір, температури поверхні, світності – учні засвоюють поняття енергії, випромінювання, термодинаміки. Можна пояснювати закони Кеплера, гравітацію, електромагнітне випромінювання; вивчення впливу фаз Місяця, сезонів, тривалості дня на біологічні ритми; зв'язок з календарем, орієнтуванням, навігацією – фізика як частина життя. **Stellarium** – це ефективний інструмент для реалізації сучасних технологій, який дозволяє учням побачити фізику та астрономію як частину реального світу, а не лише як абстрактні формули. Вона сприяє розвитку наукового мислення, мотивації та глибшого розуміння природничих наук. Це завдання вимагає від учителя педагогічної далекоглядності та цифрової грамотності. Його мета – зробити навчання фізики та астрономії більш наочним, доступним і захопливим, використовуючи технології як інструмент для подолання обмежень традиційного експерименту.

4. Обрати або самостійно розробити методичні підходи до розвитку продуктивного мислення учнів, що вимагає постановки дослідницьких завдань, які передбачатимуть самостійне формулювання гіпотез, пошук можливостей розв'язання проблем та перевірку достовірності результатів. Підхід до моделювання змісту вивчення фізики та астрономії на основі аналізу цілей, результатів і умов освітнього процесу – це системна робота, яка дозволяє створити ефективну, адаптовану та сучасну навчальну програму[6]. Найбільш ефективно вона здійснюється у такій послідовності: аналіз цілей навчання (визначити освітні, розвивальні та виховні цілі курсу фізики та астрономії, узгодити їх з державними стандартами, потребами суспільства, STEM-напрямами); аналіз очікуваних результатів (сформулювати конкретні результати навчання: знання, вміння, компетентності); аналіз умов освітнього процесу (потрібно врахувати матеріально-технічну базу, кваліфікацію вчителя, особливості учнів, формат навчання); побудова моделі змісту навчання. Моделювання змісту – це динамічний процес, який базується на глибокому аналізі освітніх цілей, очікуваних результатів і реальних умов. Такий підхід дозволяє створити змістовне, гнучке та ефективне навчання, яке формує в учнів не лише знання, а й наукове світобачення та практичні навички. Сучасна освіта орієнтується на формування у здобувачів компетентностей, визначених у Державному стандарті та освітніх програмах. У цьому контексті здатність майбутніх учителів фізики до моделювання змісту навчання набуває важливого значення оскільки саме вона забезпечує цілеспрямований відбір, структурування та подання навчального матеріалу відповідно до програмних результатів навчання. Отже, така здатність не лише визначає ефективність реалізації освітніх програм, а й впливає на якість підготовки учнів до подальшої освіти та професійної діяльності.

А тепер встановимо, що повинен постійно робити майбутній вчитель фізики та астрономії з метою удосконалення своєї здатності до моделювання змісту навчання. Важливо постійно оновлювати знання, ретельно слідкувати за новинами у світі не лише фізики та астрономії, але й педагогічних технологій. Брати активну участь у різних формах роботи, які використовуються у ході його науково-предметної підготовки, зокрема, таких, як проєктне навчання, фізичний практикум, спецкурси. Необхідно отримувати у своїх викладачів не тільки фундаментальні знання безпосередньо з фізики та астрономії, але й переймати у них цікаві методики навчання, підходи до проведення занять та позааудиторної роботи [7]. І при цьому намагатися розробляти власні моделі навчання, робити презентації до своєї навчальної роботи, створювати інтерактивні завдання з тих питань, які вивчаються у ході навчання фізики та астрономії. Як бачимо, вивчення дисциплін циклу науково-предметної підготовки забезпечує значні можливості здійснення пропедевтичної фахової підготовки студентів, що дозволяє формувати фахові компетентності послідовно та цілеспрямовано, починаючи з перших етапів навчання у закладі вищої освіти[9]. Сучасний учитель фізики та астрономії – це моделіст, інтегратор, дослідник і наставник, який виконує такі важливі освітні завдання:

- створює зміст навчання на основі глибокого аналізу;
- інтегрує предмет у ширший науковий і життєвий контекст;
- використовує цифрові інструменти для візуалізації;
- формує в учнів мислення, яке виходить за межі підручника.

Якщо у вчителя в достатній мірі сформована фахова компетентність щодо моделювання змісту навчання, то він буде не просто навчати своїх учнів фізики та астрономії – він надихатиме їх на пізнання, допоможе кожному розкрити свій потенціал та сформувати цілісне уявлення картини світу. Саме ця фахова компетентність забезпечує перетворення звичайного уроку фізики або астрономії на захопливий процес відкриття, оскільки дозволяє досягти системності і науковості фізичної освіти, формування в учнів ключових і предметних компетентностей, підвищення їх мотивації до вивчення фізики через використання практичних прикладів і задач, відповідності якості знань з фізики та астрономії до програмних результатів навчання [8].

Таким чином, можна зробити висновок: моделювання змісту навчання розглядається як цілеспрямований процес конструювання навчального матеріалу на основі аналізу цілей, результатів та умов навчання. У випадку фізики та астрономії воно передбачає: відбір фундаментальних знань та понять, що забезпечують системність навчання; врахування міжпредметних зв'язків та інтеграційних можливостей; визначення оптимальної логіки та послідовності вивчення навчального матеріалу; адаптацію змісту до рівня пізнавальних можливостей учнів. Відповідно, здатність до моделювання змісту навчання є інтегративною характеристикою професійної компетентності вчителя фізики, що поєднує знання предмета, методичні вміння та розуміння освітніх стандартів.

Список використаних джерел:

1. Шут М., Благодаренко Л., Січка Т. Підвищення якості підготовки науково-педагогічних кадрів як ключова проблема в галузі фізичної освіти в Україні. *Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серія педагогічна*. Кам'янець-Подільський: Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка. 2024. Вип. 30: Проблеми сучасних науково-освітніх трансформацій у підготовці фахівців природничо-математичного профілю. С. 39–43.
2. Благодаренко Л.Ю., Гранат Р.А. Значення дисциплін науково-предметного циклу у формуванні фахових компетентностей майбутніх учителів фізики та астрономії. *Наукові записки Центральноукраїнського державного університету імені Володимира Винниченка. Серія: Проблеми природничо-математичної, технологічної та професійної освіти*. № 1 (5). 2025. С. 19–26.
3. Булатова Є.В. Розвивати в учнів інтерес до знань і навчання. *Фізика в школі*. 1987. № 2. С. 82–83.
4. Заболотний В.Ф., Кузьминський О.В. Електронні засоби самоконтролю навчальних досягнень учнів з астрономії. *Фізико-математична освіта: науковий журнал*. 2016. Вип. 4(10). С. 32–36.
5. Гранат Р., Рокицька Г., Лозовецька В. Стан досліджуваності професійних компетентностей викладача астрономії. *Науково-педагогічний журнал «Освітні обрії»*. 2023. № 1 (56). С. 110–117. URL: <http://hdl.handle.net/123456789/17822>
6. Грудинін Б.О. Визначення рівня сформованості дослідницької компетентності учнів старших класів у процесі навчання фізики. *Наукові записки. Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти*. Кропивницький, 2017. № 11(3). С. 27–30. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/znkp_ped_2016_22_9
7. Ніколаєв О.М. Теоретико-методичні засади формування методичної компетентності майбутніх учителів фізики у процесі навчання фізики: автореф. дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.02 – теорія та методика навчання (фізика) / Нац. пед. ун-т ім. М.П. Драгоманова. Київ, 2017. 40 с.
8. Миколайко В. Підготовка майбутнього вчителя фізики до формування дослідницької компетентності учнів із застосуванням інформаційно-комунікаційних технологій. *Наукові записки Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського, Серія: Теорія та методика навчання природничих наук*. 2023. № 5. С. 60–73.
9. Шевчук О.В. Формування фахових компетентностей майбутніх учителів фізики в процесі особистісно орієнтованого навчання на лабораторних практикумах. *Наукові записки: Національного педагогічного університету ім. М.П. Драгоманова. Серія: Педагогічні та історичні науки*. 2015. 125. С. 162–169. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nzped_2015_125_20

Rita HRANAT

Ukrainian State Dragomanov University

**MODELING THE CONTENT OF PHYSICS
AND ASTRONOMY EDUCATION BASED
ON THE ANALYSIS OF THE GOALS, RESULTS,
AND CONDITIONS OF THE EDUCATIONAL PROCESS**

Abstract. The article proposes methodological approaches to developing the ability of future physics and astronomy teachers to model the content of physics and

astronomy education as a key professional competence based on the analysis of educational goals, expected results, and conditions of the learning environment. The concept of astronomical education involves the acquisition of astronomical knowledge, assimilation of astronomical culture; formation of a complete personality, its spirituality, creative individuality, development of intellectual and emotional potential. The article examines the essence of professional competences of modern astronomy teachers, proposes a model of professional competence of teachers of higher educational institutions and analyzes its structural components. It substantiates the importance of interdisciplinary integration, the use of modern digital technologies, and the formation of productive thinking in students. Examples of platforms, methodological approaches, and research tasks that contribute to the implementation of competency-based and STEM-oriented learning are provided. The need to strengthen the state's responsibility for the quality of physics and astronomy education is emphasized. It is noted that in most cases, the quality of young teachers' professional activity is influenced not by a lack of fundamental knowledge of physics or astronomy, but by the weak formation of the components of the structure of pedagogical activity, complexes of technological, methodological, psychological-pedagogical diagnostic and research skills.

Key words: competencies, interests, motivation, STEM approach, critical thinking, interdisciplinary connections, simulations, virtual laboratories, online platforms.

References:

1. Shut M., Blahodarenko L., Sichkar T. Pidvyshchennia yakosti pidhotovky naukovo-pedahohichnykh kadriv yak kluchova problema v haluzi fizychnoi osvity v Ukraini. *Zbirnyk naukovykh prats Kamianets-Podilskoho natsionalnoho universytetu imeni Ivana Ohienka. Seriiya pedahohichna*. Kamianets-Podilskiy: Kamianets-Podilskiy natsionalnyi universytet imeni Ivana Ohienka. 2024. Vyp. 30: Problemy suchasnykh naukovo-osvitnikh transformatsii u pidhotovtsi fakhivtsiv pryrodnycho-matematychnoho profilu. S. 39–43.
2. Blahodarenko L.Yu., Hranat R.A. Znachennia dystsyplin naukovo-predmetnoho tsykladu u formuvanni fakhovykh kompetentnostey maibutnykh uchyteliv fizyky ta astronomii. *Naukovi zapysky Tsentralnoukrainskoho derzhavnoho universytetu imeni Volodymyra Vynnychenka. Seriiya: Problemy pryrodnycho-matematychnoi, tekhnolohichnoi ta profesiinoi osvity*. № 1 (5). 2025. S. 19–26.
3. Bulatova Ye.V. Rozvyvaty v uchniv interes do znan i navchannia. *Fizyka v shkoli*. 1987. № 2. S. 82–83.
4. Zabolotnyi V.F., Kuzmynskyi O.V. Elektronni zasoby samokontroliu navchalnykh dosiahnen uchniv z astronomii. *Fizyko-matematychna osvita: naukovyi zhurnal*. 2016. Vyp. 4(10). S. 32–36.
5. Hranat R., Rokytska H., Lozovetska V. Stan doslidzhuvanosti profesiynykh kompetentnostey vykladacha astronomii. *Naukovo-pedahohichnyi zhurnal «Osvitni obrii»*. 2023. № 1 (56). S. 110–117. URL: <http://hdl.handle.net/123456789/17822>
6. Hrudynin B.O. Vyznachennia rivnia sformovanosti doslidnytskoi kompetentnosti uchniv starshykh klasiv u protsesi navchannia fizyky. *Naukovi zapysky. Seriiya: Problemy metodyky fizyko-matematychnoi i tekhnolohichnoi osvity*. Kropyvnytskyi, 2017. № 11(3). S. 27–30. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/znkp_ped_2016_22_9

7. Nikolaiev O.M. Teoretyko-metodychni zasady formuvannia metodychnoi kompetentnosti maibutnikh uchyteliv fizyky u protsesi navchannia fizyky: avtoref. dys. ... d-ra ped. nauk: 13.00.02 – teoriia ta metodyka navchannia (fizyka) / Nats. ped. un-t im. M.P. Drahomanova. Kyiv, 2017. 40 s.
8. Mykolaiko V. Pidhotovka maibutnoho vchytelia fizyky do formuvannia doslidnytskoi kompetentnosti uchniv iz zastosuvanniam informatsiino-komunikatsiinykh tekhnolohii. *Naukovi zapysky Vinnytskyi derzhavnyi peda-hohichnyi universytet imeni Mykhaila Kotsiubynskoho, Seriia: Teoriia ta metodyka navchannia pryrodnychkykh nauk.* 2023. № 5. S. 60–73.
9. Shevchuk O.V. Formuvannia fakhovykh kompetentnosti maibutnikh uchyteliv fizyky v protsesi osobystisno oriyentovanoho navchannia na laboratornykh praktykumakh. *Naukovi zapysky: Natsionalnoho pedahohichnoho universytetu im. M.P. Drahomanova. Seriia: Pedahohichni ta istorychni nauky.* 2015. 125. S. 162–169. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nzped_2015_125_20

Отримано: 4.11.2025

УДК 378.147.091.33-027.22:[37.011.3-051:51

DOI: 10.32626/2307-4507.2025-31.30-34

Уляна ГУДИМА¹, Тетяна ДУМАНСЬКА²^{1,2}Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнкаe-mail: ¹hudyma_uliana@kpmu.edu.ua, ²dumanska@kpmu.edu.uaORCID: ¹0000-0002-2291-6111, ²0000-0003-4172-8623

ВІД ТЕОРІЇ ДО ПРАКТИКИ: ПРОПЕДЕВТИЧНА ПРАКТИКА ЯК ІНСТРУМЕНТ ФОРМУВАННЯ ПРОФЕСІЙНОЇ ГОТОВНОСТІ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ МАТЕМАТИКИ

Анотація. У статті розглянуто актуальність імплементації компетентнісного підходу та цифровізації в освіту, що відповідає сучасним вимогам Нової української школи. Визначено, що ефективна реалізація цих змін вимагає модернізації системи підготовки майбутніх учителів, зокрема, вчителів математики.

На основі отриманих даних обґрунтовано та описано модель пропедевтичної практики з математичних дисциплін, інтегрованої в освітньо-професійну програму, що передбачає підготовку вчителів математики. На основі проведеного опитування діючих педагогів, виявлено основні перешкоди у використанні інноваційних технологій, що підтвердило нагальну потребу вдосконалення їхньої практичної підготовки. Представлено детальний аналіз особливостей реалізації пропедевтичної практики, яка здійснюється безпосередньо в університеті. Це дозволяє студентам опанувати інтерактивні методи навчання, навички самопрезентації та саморефлексії, а також порівняти державні та альтернативні освітні програми.

Ефективність впровадження такого освітнього компонента підтверджено аналізом результатів анкетування студентів до та після проходження практики. Здобувачі вищої освіти відзначили, що практика значно підвищила їхню готовність до майбутньої професійної діяльності та сприяла формуванню власного індивідуального педагогічного стилю.

Ключові слова: майбутні учителі математики, пропедевтична практика, інноваційні технології, цифрова компетентність.

Сучасні зміни в освіті, що відбуваються в загальноосвітніх школах, спрямовані на її оновлення. Вони передбачають перехід до компетентнісного навчання, активне використання цифрових технологій та реалізацію принципів Нової української школи (НУШ). Всебічно розвинена особистість із розвиненим критичним мисленням, прагненням до самовдосконалення, креативністю та відкритістю до інновацій виступає першочерговою метою освітніх реформ сьогодення. Нові реалії вимагають від учителів більше, ніж належного рівня сформованості в здобувачів освіти когнітивного компонента предмету. Сьогодні від учителів очікується педагогічна майстерність, яка включає: гнучке мислення, цифрову компетентність, здатність створювати безпечне та мотивуюче освітнє середовище, готовність до творчого пошуку та впровадження інноваційних методів навчання.

Водночас, впровадження цієї реформи стикається з низкою перешкод. Наприклад, останнім часом спостерігається зниження інтересу учнів до вивчення математики. Вони часто мають проблеми із засвоєнням абстрактних понять і розвитком навичок самостійного мислення. Для підвищення якості математичної освіти та покращення взаємодії з учнями, варто використовувати інтерактивні методи навчання та цифрові ресурси.

За умов інтерактивного навчання навчальний процес організовано так, що практично усі учні залучені до процесу пізнання. Вони мають можливість розуміти, про що йде мова, здійснювати рефлексію особистісної навчально-пізнавальної діяльності, критично міркувати, досягати запланованих результатів. Головними в процесі навчання є зв'язки між учнями, їх взаємодія й співпраця. Успіхів у навчанні можна досягти взаємними зусиллями всіх учасників процесу навчання, адже учні беруть на себе взаємну відповідальність за результативність навчання. Водночас змінюється роль учителя у навчальному процесі, проходить певне переосмислення його діяльності, позаяк ним зроблено крок на шляху до опанування таких педагогічних технологій, які б могли зробити процес навчання цікавим, різноманітним, ефективним, демократичним [1].

Сучасне освітнє середовище, яке забезпечить необхідні умови, засоби і технології для навчання учнів, освітян, батьків не лише в приміщенні навчального закладу є одним із ключових компонентів формули Нової української школи [4, с. 8]. Здатність добирати і використовувати сучасні й ефективні методики і технології навчання, виховання й розвитку здобувачів освіти є предметно-методичною компетентністю вчителя закладу загальної середньої освіти [7, с. 11].

Перехід на новий формат освіти в закладах загальної середньої освіти змушує змінювати підходи до підготовки майбутніх педагогів, зокрема вчителів математики. Виникає потреба впровадити для студентів педагогічних спеціальностей спеціалізовану навчальну практику, що має бути зосереджена на опануванні сучасних цифрових інструментів, інтерактивних методів навчання. Така практика є важливою передумовою для успішної професійної підготовки майбутніх учителів математики. Це дозволить їм відповідати вимогам НУШ та бути конкурентоспроможними на ринку праці.

Для визначення тенденцій практичної підготовки майбутніх фахівців педагогічного фаху доцільно використовувати такі методи дослідження, як: контент-аналіз – з метою студіювання освітніх програм, навчальних планів, програм різних видів практик на бакалаврському, магістерському та докторському рівнях у закладах вищої педагогічної освіти України; опитування – задля визначення проблем підготовки майбутніх учителів у закладах вищої педагогічної освіти, окреслення сучасних тенденцій організації практик в українському та зарубіжному освітньому просторі; системний аналіз, узагальнення – для визначення змісту та методичних засад проведення практик на різних освітніх рівнях [2].

Для створення змісту ефективної програми практики, необхідно ретельно проаналізувати, як школи забезпечують сучасні умови навчання, а також дізнатися, які цифрові інструменти та методи потрібні вчителям математики. Зворотний зв'язок між закладами вищої освіти та закладами загальної середньої освіти допоможе адаптувати підготовку майбутніх учителів до реальних потреб сучасної освіти.

Для вдосконалення практичної підготовки майбутніх учителів математики та з метою вивчення готовності до впровадження інтерактивних методів та інформаційно-комунікаційних технологій навчання під час вивчення математики в школі було проведено онлайн-анкетування серед учителів математики [3].

Дослідження охопило 68 учителів математики Кам'янець-Подільського району Хмельницької області. Більшість (55,9%) з них – досвідчені педагоги зі стажем понад 15 років. Серед опитаних також були вчителі зі стажем від 5 до 15 років (33,8%) та молоді фахівці (10,3%), які працюють менше 5 років.

За результатами опитування, 95,6% респондентів виявили обізнаність з інтерактивними методами навчання. Водночас, лише 64,7% з них підтвердили їхню ефективність у педагогічній практиці.

Дослідження показало, що інтерактивні методи навчання стали поширеною практикою серед педагогів: лише 11,7% учителів їх ігнорують. При цьому, хоча більше половини (51,5%) використовують їх іноді, тільки 36,8% вчителів застосовують такі підходи систематично. Уроки математики активно збагачуються інноваційними техніками, серед яких домінують метод проєктів, різні математичні ігри (як-от брейн-ринг, квести, дебати), метод кейс-стаді, STEM-технології та перевернутий урок (фліп-урок).

Більшість учителів математики (64,7%) віддають перевагу змішаному (гібридному) підходу, поєднуючи традиційні та інтерактивні методики. Значно менша частка обирає виключно класичний підхід (23,5%) або повністю інтерактивне навчання (11,8%).

Оцінка впливу інтерактивних методів на мотивацію до вивчення математики є переважно позитивною: 57,4% респондентів заявили про суттєве підвищення мотивації учнів. 33,8% опитаних відзначили незначний вплив, і лише 8,8% не зафіксували жодних змін у мотиваційних показниках.

Згідно з опитуванням, головною проблемою при впровадженні інтерактивних методів є недостатність практичних навичок їх застосування, на що вказали 42,6% опитаних учителів. Серед інших значущих труднощів називають часові обмеження (36,8%), переповненість класів (25%) та брак мотивації (17,6%).

Щодо використання інформаційно-комунікативних технологій (ІКТ) на уроках математики, то більшість (48,5%) учителів вдається до них лише інколи. Регулярне застосування ІКТ зафіксовано у 36,8% випадків, а повна відсутність – у 14,7%.

Що стосується цифрової компетентності, то 41,2% педагогів оцінили свій рівень як високий, 33,8% – як середній, і 25% – як початковий.

Для забезпечення освітнього процесу з математики учителі активно застосовують низку ІКТ. До найбільш уживаних інструментів належать: презентаційні засоби (Power Point, Canva); платформи для організації навчання та комунікації (Google Classroom, Moodle); навчальні ресурси (Всеосвіта, «На урок»); сервіси для розробки інтерактивних завдань (LearningApps, Wordwall); математичне середовище для графічної візуалізації (GeoGebra), а також віртуальні дошки для спільної роботи (WBO, IDroo).

Лише невелика частина педагогів (17,6%) регулярно використовує авторські методичні розробки. Натомість, більшість (74,4%) учителів надають перевагу вже готовим навчальним матеріалам та ресурсам від інших фахівців.

Аналіз виявив, що найбільшим стримуючим фактором у застосуванні ІКТ на уроках математики є значні затрати часу на розробку навчального контенту (про це повідомили 42,6% опитаних). Крім того, значний відсоток учителів відзначив недостатнє технічне забезпечення (33,8%), а також недостатній рівень володіння цифровими навичками (11,8%).

Аналіз труднощів, пов'язаних із застосуванням як інтерактивних методик, так і ІКТ, виявляє спільну проблему: педагоги вказують на недостатність практичних умінь для ефективного включення цих інструментів у навчальний процес.

Тому з метою безперервного професійного розвитку майбутніх учителів математики до освітньо-професійної програми «Середня освіта (Математика, інформатика)» [5, с. 15; 6, с. 15] Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка було включено освітній компонент «Навчальна пропедевтична практика з математичних дисциплін (шкільний курс)». Її інтеграція в освітній процес забезпечує системне поєднання теоретичної підготовки з практичними формами діяльності, формує у здобувачів вищої освіти вміння адаптуватися до змінних умов сучасної школи та сприяє виробленню індивідуального педагогічного стилю. Особливістю практики є те, що вона проводиться в умовах університетських аудиторій, а не безпосередньо у школі. Це дозволяє студентам діяти у більш комфортному середовищі, поступово долати психологічні бар'єри, пов'язані з публічними

ми виступами та відповідальністю за проведення уроків. У безпечній атмосфері майбутні вчителі мають змогу спробувати різні методи і технології навчання, зіставити їх ефективність, що сприяє формуванню власної педагогічної стратегії та індивідуального стилю роботи. Такий підхід робить практику не лише навчальним етапом, а й важливим простором для професійного самопізнання.

Впровадження такої практики в освітній процес вимагає тісної співпраці з вчителям-практиками, випускниками та стейкхолдерами. Її програма не може бути сталою в сучасних умовах, а повинна розвиватися відповідно до освітніх трансформацій і реформ.

В основу практики покладено такі етапи професійної підготовки: опанування інтерактивними освітніми технологіями (адаптивне навчання, гейміфікація, інтерактивні симуляції, використання штучного інтелекту в освітньому процесі і т.д.); використання сучасних цифрових технологій (інтерактивні дошки, мультимедійні засоби, віртуальні лабораторії, динамічне математичне програмне забезпечення) та формування практичних умінь роботи з електронними засобами навчання (презентації, інтерактивні завдання, тренажери, опитування, тести і т.д.); застосування освітніх платформ і сервісів для організації дистанційного та змішаного навчання, обміну досвідом і налагодження ефективної взаємодії в освітньому процесі; оволодіння навичками ведення шкільної документації, зокрема за допомогою електронних журналів; формування навичок оцінювання результатів навчання здобувачів освіти відповідно до вимог Державного стандарту базової середньої освіти та засвоєння сучасних методів контролю й моніторингу освітніх досягнень; усвідомлення можливостей професійного та кар'єрного зростання.

Крім того, під час практики студенти вивчали та зіставляли основну освітню реформу в Україні – Нову українську школу – з альтернативними програмами, такими як «Інтелект України» та «На крилах успіху». Вони проаналізували особливості кожної моделі та провели порівняльний аналіз, зосередившись на тому, як ці програми впливають на розвиток ключових компетентностей учнів, впроваджують інноваційні методи викладання та використовують сучасні цифрові інструменти. Таке дослідження допомогло виявити спільні риси та відмінності між державною реформою та авторськими підходами, а також оцінити їхні сильні та слабкі сторони. У процесі практики здобувачі вищої освіти ознайомилися з навчальними матеріалами, оцінили результати їх застосування та обговорили майбутні перспективи.

Одним із ключових етапів практики є проведення студентами фрагментів уроків, що дає змогу перевірити набуті знання й уміння в умовах максимально наближених до реальної педагогічної практики. Проведення уроків допомагає здобувачам освіти подолати внутрішній страх і невпевненість, які супроводжують майбутніх вчителів на перших етапах їхньої професійної кар'єри. Саме такий підхід спонукає студентів до самовдосконалення, усвідомлення реальних викликів педагогічної діяльності, стимулює мотивацію до пошуку нових методів і прийомів навчання. У результаті студент не тільки закріплює здобуті теоретичні знання та практичні навички, а й поступово формується як майбутній фахівець, готовий до активної професійної діяльності.

На завершальному етапі педагогічної практики здобувачі вищої освіти опановують важливе вміння – самопрезентацію, без якої неможливо уявити успішного фахівця в умовах сучасного освітнього простору. При цьому вони демонструють не тільки рівень своїх професійних навичок, але й активно працюють над створенням власного педагогічного портрету. Так, практикою передбачено розробку авторських тестів, навчальних і методичних матеріалів, формування особистого портфоліо, що відображає досягнення та професійний рівень студента. Важливим кроком є також створення власного сайту, за допомогою якого майбутні вчителі представляли себе та свої напрацювання широкій аудиторії. У процесі такої діяльності здобувачі вищої освіти навчаються виокремлювати й підкреслювати власні сильні сторони, проявляти індивідуальність та креативність, що в умовах сучасного інформаційно-комунікаційного простору є необхідністю. Сформована здатність до ефективної самопрезентації відкриває нові можливості для професійної самореалізації та успішної інтеграції в педагогічне середовище.

Також, слід зауважити, що впродовж усієї практики студенти опановують навички саморефлексії, яка є невід'ємною складовою професійного зростання вчителя. Вони вчаться аналізувати власну роботу, оцінювати ефективність обраних методів і прийомів, визначати особисті сильні сторони та оцінювати свої професійні ресурси та шляхи подальшого вдосконалення. Одночасно студенти опановують впровадження методів саморефлексії безпосередньо у навчальний процес, задля формування в учнів уміння критично оцінювати власну роботу та робити висновки для самовдосконалення. Таким чином, саморефлексія стає не лише інструментом особистісного розвитку педагога, а й важливою складовою формування відповідальності та активності учнів на уроках математики.

Слід зауважити, що позитивний вплив на формування педагогічних навичок був відмічений і самими студентами. Для об'єктивного оцінювання передбачалося проведення анкетування як до початку практики, так і після її завершення. Студентам пропонувалися запитання, спрямовані на з'ясування їхнього ставлення до структури практики, її ефективності при формуванні професійних навичок, рівня їхньої готовності до педагогічної діяльності.

Результати анкетування відображено в *таблиці 1*.

Результати дослідження демонструють позитивну динаміку змін у професійній підготовці студентів до і після проходження практики. Загалом простежується тенденція до зростання високого рівня майже за всіма показниками. Найбільший прогрес спостерігається саме у тих напрямках, які є ключовими для ефективної роботи в сучасній школі. Так, суттєве зростання відмічено для рівня володіння інтерактивними методами. Кількість студентів із високим рівнем володіння цими методами зросла з 4,7% до 66,7%. Це свідчить про те, що зосередженість практики на впровадженні інноваційних підходів дозволило студентам перейти від пасивного засвоєння до активного застосування методик, які заохочують взаємодію та залученість учнів.

Аналогічно, динаміка щодо впевненості у використанні цифрових інструментів підтверджує успішну технологічну адаптацію. Частина студентів із ви-

соким рівнем впевненості зростає з 30,9% до 71,4%. Такий результат показує, що практика ефективно допомогла здобувачам вищої освіти подолати технологічні бар'єри та навчитися інтегрувати цифрові інструменти у навчальний процес, що є критично важливим для сучасного вчителя.

Таблиця 1

Показник	До практики, %		Після практики, %	
Готовність до проведення уроків	Високий	23,8	Високий	47,6
	Середній	52,4	Середній	35,7
	Низький	23,8	Низький	16,7
Рівень володіння інтерактивними методами	Високий	4,7	Високий	66,7
	Середній	78,6	Середній	30,9
	Низький	16,7	Низький	2,4
Впевненість у використанні цифрових інструментів	Високий	30,9	Високий	71,4
	Середній	52,4	Середній	23,8
	Низький	16,7	Низький	4,8
Здатність до саморефлексії	Високий	7,1	Високий	31
	Середній	28,6	Середній	23,8
	Низький	64,3	Низький	45,2
Готовність до розробки власних матеріалів	Високий	57,1	Високий	54,8
	Середній	35,7	Середній	42,9
	Низький	11,9	Низький	2,3
Готовність до самопрезентації	Високий	28,6	Високий	64,2
	Середній	35,7	Середній	28,6
	Низький	35,7	Низький	9,5
Здатність подолати психологічні бар'єри	Високий	19	Високий	38
	Середній	31	Середній	31
	Низький	50	Низький	31
Мотивація до професійного розвитку	Високий	26,2	Високий	59,5
	Середній	61,9	Середній	31
	Низький	11,9	Низький	9,5

Окрім суто професійних навичок, практика значно зміцнила й особистісні якості студентів. Мотивація до професійного розвитку зросла більш ніж удвічі, з 26,2% до 59,5%, що є свідченням того, що реальний досвід викладання не лише не відштовхнув, а й надихнув їх на подальший кар'єрний ріст. Таке зростання мотивації є ключовим для формування висококваліфікованих фахівців, які прагнуть постійно вдосконалюватися.

Також суттєво покращилася готовність здобувачів вищої освіти до самопрезентації (частка студентів із високим рівнем зросла з 28,6% до 64,2%) та готовність до проведення уроків (частка з високим рівнем зросла майже вдвічі (з 23,8% до 47,6%)), що свідчить про набуття впевненості у власних силах і здатність ефективно комунікувати з аудиторією.

Більш помірний прогрес є у здатності подолати психологічні бар'єри (з 19% до 38% для високого рівня).

Єдиним показником, який демонструє неоднозначну динаміку, є здатність до саморефлексії. Хоча частка студентів із високим рівнем зросла майже в чотири рази (з 7,1% до 31%), проте частка здобувачів освіти із середнім рівнем здатності до саморефлексії зменшилася з 28,6% до 23,8%. Це може вказувати на те, що ця навичка розвивалася нерівномірно: деякі студенти досягли значного прогресу, тоді як інші не змогли ефективно її опанувати. Це єдина сфера, яка, можливо, потребує більшої уваги та цілеспрямованої підтримки в рамках майбутніх програм практики, оскільки саморефлексія є запорукою постійного самовдосконалення.

Отже, навчальна пропедевтична практика з математичних дисциплін (шкільний курс) справила відчутний позитивний вплив на формування професій-

них умінь і якостей студентів. Результати засвідчили суттєве зростання частки тих, хто досяг високого рівня за ключовими показниками, що особливо помітно у сферах володіння інтерактивними методами навчання, впевненості у використанні цифрових інструментів і готовності до самопрезентації. Це підтверджує, що практичний досвід є важливим чинником розвитку сучасного майбутнього педагога, адже він дозволяє здобувачам вищої освіти не лише перевірити теоретичні знання на практиці, а й виробити навички, які відповідають викликам сьогодення.

Проте деякі напрями залишаються недостатньо розвиненими. Зокрема, показники саморефлексії та здатності подолати психологічні бар'єри демонструють лише часткове покращення: хоча високий рівень у цих сферах зріс, значна кількість студентів усе ще перебуває на низькому рівні.

Таким чином, навчальна пропедевтична практика є потужним інструментом підвищення професійної компетентності студентів, проте потребує цілеспрямованого доповнення спеціальними методичними й тренінговими заходами, спрямованими на розвиток критичного самоаналізу та психологічної стійкості. Лише за умови комплексного підходу можна забезпечити всебічну готовність майбутніх педагогів до роботи в сучасній школі.

Список використаних джерел:

- Біляковська О., Овчар О. Інтерактивні методи навчання на уроках математики. *Психолого-педагогічні проблеми сільської школи*. 2011. Вип. 36. С. 77–82.
- Вовк М.П., Грищенко Ю.В., Соломаха С.О., Філіпчук Н.О. Теоретичні і методичні засади організації практики у закладах вищої педагогічної освіти: аналітичні матеріали / Інститут педагогічної освіти і освіти дорослих імені Івана Зязюна НАПН України. 2022. 278 с.
- Думанська Т.В., Гудима У.В. Практика і реальність: чи відповідають навички вчителів математики сучасним викликам. *Інноваційний потенціал сучасної освіти та науки*: зб. матеріалів II Міжнародної наук.-практ. інтернет-конф., (11 квітня 2025 року. Кам'янець-Подільський). Кам'янець-Подільський: Заклад вищої освіти «Подільський державний університет», 2025. С. 53–57.
- Нова українська школа. Концептуальні засади реформування середньої школи. URL: <https://mon.gov.ua/static-objects/mon/sites/1/zagalna%20serednya/nova-ukrainska-shkola-compressed.pdf> (дата звернення: 10.10.2025).
- Освітньо-професійна програма Середня освіта (Математика, інформатика) (редакція від 28.03.2025 року) першого (бакалаврського) рівня вищої освіти за спеціальністю А4 Середня освіта (за предметними спеціальностями) предметною спеціальністю А4.04 Середня освіта (Математика) галузі знань А Освіта / Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка. URL: https://drive.google.com/file/d/18xlb4QmTAGN_6C5cK5e04LIKJnEKEgK/view (дата звернення: 12.10.2025).
- Освітньо-професійна програма Середня освіта (Математика, інформатика) (редакція від 28.03.2024 року) першого (бакалаврського) рівня вищої освіти за спеціальністю 014 Середня освіта (за предметними спеціальностями) предметною спеціальністю 014.04 Середня освіта (Математика) галузі знань 01 Освіта / Педагогіка / Кам'янець-Подільський

національний університет імені Івана Огієнка. URL: <https://drive.google.com/file/d/1Rkskz4hUy3POQp7IdVhlRCrbEYqkPEb6/view> (дата звернення: 12.10.2025).

7. Про затвердження професійного стандарту «Вчитель закладу загальної середньої освіти»: наказ Міністерства освіти і науки України від 29.08.2024 р. № 1225. URL: <https://mon.gov.ua/npa/pro-zatverdzhennia-profesiinoho-standartu-vchytel-zakladu-zahalnoi-serednoi-osvity> (дата звернення: 28.09.2025).

Uliana HUDYMA, Tetiana DUMANSKA

Kamianets-Podilskyi Ivan Ohienko National University

FROM THEORY TO PRACTICE: PROPAEDEUTIC PRACTICE AS A TOOL FOR DEVELOPING PROFESSIONAL READINESS IN FUTURE MATHEMATICS TEACHERS

Abstract. The article examines the relevance of implementing the competency-based approach and digitalization in education, which aligns with the current requirements of the New Ukrainian School. It is determined that the effective implementation of these changes necessitates the modernization of the training system for future teachers, particularly mathematics teachers.

Based on the data obtained, which included a survey of practicing teachers revealing major obstacles to the use of innovative technologies and confirming the urgent need to improve practical training, a model of propaedeutic practice for mathematical disciplines integrated into the educational and professional program for training mathematics teachers was substantiated and described. A detailed analysis of the features of this propaedeutic practice, implemented directly within the university environment, is presented. This approach allows students to master interactive teaching methods, self-presentation, and self-reflection skills, as well as to compare state and alternative educational programs.

The effectiveness of implementing this educational component was confirmed by analyzing the results of student questionnaires conducted before and after the practice. Higher education seekers noted that the practice significantly increased their readiness for future professional activities and contributed to the formation of their own individual pedagogical style.

Key words: future mathematics teachers, propaedeutic practice, innovative technologies, digital competence.

References:

1. Bilyakovs'ka O., Ovchar O. Interaktyvni metody navchannya na urokakh matematyky. *Psykhologo-pedahohichni problemy sil's'koyi shkoly*. 2011. Vyp. 36. S. 77–82.
2. Vovk M.P., Hryshchenko Yu.V., Solomakha S.O., Filipchuk N.O. Teoretychni i metodychni zasady orhanizatsiyi praktyky u zakladykh vyshchoyi pedahohichnoyi osvity: analitychni materialy / Instytut pedahohichnoyi osvity i osvity doroslykh imeni Ivana Zyazyuna NAPN Ukrayiny. 2022. 278 s.
3. Dumans'ka T.V., Hudyma U.V. Praktyka i real'nist': chy vidpovidayut' navychky vchyteliv matematyky suchasnym vyklykam. *Innovatsiynyy potentsial suchasnoyi osvity ta nauky*: zb. materialiv II Mizhnarodnoyi nauk.-prakt. internet-konf., (11 kvitnya 2025 roku. Kamianets-Podilskyi). Kamianets-Podilskyi: Zaklad vyshchoyi osvity «Podilskyi derzhavnyy universytet», 2025. S. 53–57.
4. Nova ukrayins'ka shkola. Kontseptual'ni zasady reformuvannya seredn'oyi shkoly. URL: <https://mon.gov.ua/static-objects/mon/sites/1/zagalna%20serednya/nova-ukrainska-shkola-compressed.pdf>
5. Osvitn'o-profesiyna prohrama Serednya osvita (Matematyka, informatyka) (redaktsiya vid 28.03.2025 roku) pershoho (bakalavrs'koho) rivnya vyshchoyi osvity za spetsial'nistyu A4 Serednya osvita (za predmetnymy spetsial'nostyamy) predmetnoyu spetsial'nistyu A4.04 Serednya osvita (Matematyka) haluzi znan' A Osvita / Kamianets-Podilskyi Ivan Ohienko National University. URL: https://drive.google.com/file/d/18xlby4QmTAgN_6C5cK5e04LIKJnEK_EgK/view
6. Osvitn'o-profesiyna prohrama Serednya osvita (Matematyka, informatyka) (redaktsiya vid 28.03.2024 roku) pershoho (bakalavrs'koho) rivnya vyshchoyi osvity za spetsial'nistyu 014 Serednya osvita (za predmetnymy spetsial'nostyamy) predmetnoyu spetsial'nistyu 014.04 Serednya osvita (Matematyka) haluzi znan' 01 Osvita / Pedahohika / Kamianets-Podilskyi Ivan Ohienko National University. URL: <https://drive.google.com/file/d/1Rkskz4hUy3POQp7IdVhlRCrbEYqkPEb6/view>
7. Pro zatverdzhennya profesiynoho standartu «Vchytel' zakladu zahal'noyi seredn'oyi osvity»: nakaz Ministerstva osvity i nauky Ukrayiny vid 29.08.2024 r. № 1225. URL: <https://mon.gov.ua/npa/pro-zatverdzhennia-profesiinoho-standartu-vchytel-zakladu-zahalnoi-serednoi-osvity>

Отримано: 15.10.2025

Ольга ДЮЖЕНКОВА¹, Тетяна ЧИЖСЬКА²

Національний технічний університет України «КПІ імені І. Сікорського»

e-mail: ¹olgaduzen@gmail.com, ²chijskaya@gmail.comORCID: ¹0000-0002-8146-0134, ²0000-0001-8657-5363

ЗАСТОСУВАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ЛІНІЙНОЇ ТА ВЕКТОРНОЇ АЛГЕБРИ ПРИ ВИКЛАДАННІ КУРСУ ЗАГАЛЬНОЇ ФІЗИКИ

Анотація. Останнім часом студенти багатьох технічних спеціальностей починають вивчати курс фізики у першому семестрі, в результаті чого деякі математичні поняття використовуються у фізиці раніше, ніж вивчаються у вищій математиці. У зв'язку з цим постає питання про забезпечення студентів необхідним методичним матеріалом, який поєднує математичні поняття та їх застосування у фізиці. У роботі розглядається підхід для вирішення цієї проблеми при вивченні векторних величин у курсі «Загальної фізики». Для кращого засвоєння матеріалу при вивченні фізики пропонується створення навчально-методичного посібника, який дає змогу студентам зрозуміти суть математичних понять та навчитись застосовувати їх при розв'язанні фізичних задач. При викладенні матеріалу в посібнику звертається увага на ті математичні поняття та їх властивості, які мають найбільш широке застосування у фізиці. Кожне поняття пов'язується з відповідними фізичними величинами та ілюструється прикладами. Розглядаються різноманітні задачі, які допомагають студентам зрозуміти зв'язок між математичними та фізичними поняттями та навчають студентів використовувати у фізиці відповідний математичний апарат.

Ключові слова: векторні величини, дії над векторами, застосування математичних понять, фізичні задачі, методичне забезпечення, структура посібника.

Постановка проблеми. У результаті змін в навчальних планах при переході на нові стандарти у вищих технічних навчальних закладах, вивчення курсу фізики було перенесено з другого на перший семестр. На жаль, такі зміни негативно вплинули на вивчення фізики студентами технічних спеціальностей. Справа в тому, що математичний апарат, який не вивчається в школі, а в університеті вивчається в другому семестрі, в курсі фізики застосовується вже у першому. У цій ситуації викладачі фізики і математики можуть допомогти студентам, запропонувавши методичний матеріал, який поєднує математичні поняття та їх застосування у фізиці. Студентам за навчальним планом виділена певна кількість годин для самостійної роботи, частину з яких можна використовувати на опрацювання цього матеріалу при підготовці до практичних та лабораторних робіт з фізики. Крім того, було вирішено включити в методичні рекомендації ще й розділ, який містить шкільний матеріал з даної тематики. Це необхідно для того, щоб вирівняти стартовий рівень студентів, оскільки їхні знання, отримані в школі, можуть бути неповними, фрагментованими або забутими.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У сучасних умовах є досить актуальною проблема якості вивчення фізики в школі, що зумовлено багатьма факторами. Основним негативним фактором є воєнний стан, що не дає можливості повноцінно проводити навчальний процес [1]. Фізика – природнича наука і вимагає не лише теоретичних знань, а й практичної лабораторної роботи. Під час онлайн навчання лабораторні роботи проводити неможливо. Другим негативним фактором можна вважати падіння попиту в країні на інженерно-технічні кадри, що приводить до відсутності мотивації в учнів вивчати фізику.

Очевидно, що невисокий рівень фізико-математичної підготовки абітурієнтів у свою чергу ускладнює вивчення курсу фізики у вищих навчальних закладах. Зокрема, методичні рекомендації, що можуть допомогти студентам адаптуватися і опанувати новий матеріал при вивченні фізики, запропоновано в робо-

тах [2], [3]. Оскільки математична освіта має велике значення для підготовки студентів технічних спеціальностей, то в процесі викладання фізики необхідно враховувати міждисциплінарні зв'язки, які дозволяють повною мірою застосовувати математичний апарат для кращого засвоєння матеріалу. Такий підхід сприяє формуванню професійних навичок у майбутніх фахівців – інженерів. Зазначимо, що необхідною складовою курсу вищої математики для студентів технічних спеціальностей повинна бути його професійна спрямованість, яка реалізується за допомогою достатньої кількості різноманітних прикладних задач [4–7].

Мета статті. У зв'язку з тим, що математичний апарат, необхідний для вивчення деяких фізичних величин, розглядається у курсі вищої математики пізніше, виникає потреба відповідного методичного забезпечення. Для того, щоб допомогти студентам у такій ситуації, викладачам математики і фізики необхідно співпрацювати для створення методичних матеріалів, які будуть містити основні теоретичні відомості з математики та приклади їх застосування при розв'язанні фізичних задач.

Виклад основного матеріалу дослідження. Очевидно, що для кращого розуміння та засвоєння матеріалу студентами при вивченні фізики є сенс у створенні викладачами фізики і математики спільного навчально-методичного посібника, в якому розглядаються необхідні математичні поняття, що мають фізичні застосування. Посібник повинен містити основні теоретичні відомості з вищої математики, проілюстровані як типовими прикладами, так і прикладними задачами з фізики. Такий підхід допоможе студентам зрозуміти суть математичних понять, вивчити їх властивості та навчитись їх застосовувати при розв'язуванні фізичних задач.

Розглянемо структуру посібника, в якому пропонується підхід для подолання труднощів при вивченні векторних величин у курсі загальної фізики. Спочатку розглядаються необхідні математичні поняття, їх властивості, обчислення і застосування, з детальними поясненнями та геометричними ілюстраціями. Оскільки посібник розрахований на самостійне опрацювання

студентами, то теоретичний матеріал повинен бути доступним і повною мірою розкривати суть понять.

Подача узагальнюючого теоретичного матеріалу у вигляді таблиць є ефективним методом. Переваги такого методу подачі матеріалу можна окреслити наступними позиціями:

1. Можливість систематизації формул, означень понять та їх інженерний/геометричний зміст, що критично важливо для ефективного запам'ятовування.
2. Зручне порівняння різних операцій (наприклад, скалярного та векторного добутків, їх застосування для знаходження певної фізичної величини).
3. Зручний довідковий матеріал при розв'язанні практичних задач. Можна використовувати як на практичних заняттях, так і при виконанні розрахункових робіт.
4. Лаконічність викладеного матеріалу. Лекційний матеріал як з фізики, так і з математики, подається з обов'язковим виведенням певних законів. В узагальнюючій таблиці подається лише кінцева формула та рисунок.
5. Комплексний підхід. Кожний рядок таблиці містить і математичні формули, і фізичні поняття і відповідні рисунки.

Приклад одного рядка такої таблиці подано нижче: перша колонка – математичне означення, друга колонка – застосування для фізичної величини, третя колонка – відповідний *рисунок 1*.

Вивчення курсу загальної фізики починається з кінематики, де використовуються поняття швидкості та прискорення, розглядаються траєкторії руху тіла під дією сил, положення тіла задається радіус-вектором [8]. При виконанні дій над векторами, потрібно пригадати додавання, віднімання і множення вектора на число. І хоча цей матеріал вивчався у школі, але, зважаючи на рівень математичної підготовки в сучасних умовах, варто повторити ці поняття і розглянути їх більш детально [9], [10]. При повторенні лінійних операцій над векторами варто звернути увагу на деякі аспекти.

Розглядаючи суму двох векторів, слід зазначити, в яких випадках застосовується правило трикутника, а в яких – правило паралелограма. Якщо два вектори з'єднані послідовно, то вони завжди визначають трикутник, оскільки їх сумою є вектор, що співпадає з третьою стороною. На двох векторах, які зведені до

спільного початку, завжди можна побудувати паралелограм, причому сума цих векторів співпадає з однією діагоналлю (виходить із спільного початку), а різниця – з іншою діагоналлю (з'єднує кінці цих векторів). Необхідно звернути увагу на те, що і правило трикутника, і правило паралелограма у фізиці використовуються при розв'язуванні задач на знаходження суми векторних величин. Хоча обидва правила дають ідентичний результат, їх вибір часто залежить від кількості векторів, або зручності побудови. Дії над векторами можна проілюструвати різними прикладами, зокрема, навести фізичну задачу на визначення рівнодійної сил, прикладених до тіла. Доцільно розглянути фізичні задачі, де при додаванні векторних величин застосовується теорема косинусів, причому не тільки для трикутника, а й для паралелограма. Зазначимо, що теорема косинусів для паралелограма у фізиці застосовується частіше, а в шкільному курсі геометрії вона розглядається як наслідок з теореми косинусів. Тому в посібнику на теорему косинусів для паралелограма звертають особливу увагу. Важливо підкреслити, що при використанні правила многокутника для додавання кількох векторів не має значення порядок їх розміщення. Тому при обчисленні суми векторів слід звертати увагу, в якому порядку їх краще розмістити. У посібнику розглядаються відповідні приклади.

З точки зору фізичних понять важливе значення має множення скаляра на вектор. Зокрема, імпульс тіла $\vec{p} = m\vec{v}$ є добутком маси на швидкість, а векторна сума $\vec{F}$ всіх сил, прикладених до тіла, дорівнює добутку його маси на прискорення: $\vec{F} = m\vec{a}$ (другий закон Ньютона).

Властивості множення скаляра на вектор також мають фізичні застосування. Зокрема, дистрибутивність множення відносно додавання скалярів можна проілюструвати на прикладі системи двох тіл, які рухаються з однаковою швидкістю $\vec{v}$ і мають маси m_1 і m_2 . Імпульс системи цих тіл дорівнює сумі імпульсів цих тіл, а саме: $\vec{p} = \vec{p}_1 + \vec{p}_2 = m_1\vec{v} + m_2\vec{v} = (m_1 + m_2)\vec{v}$. У фізиці часто застосовується проектування векторів на координатні осі. Після наведення поняття проєкції вектора на вісь та його властивостей у посібнику розглядаються приклади задач на другий закон Ньютона. Наведемо деякі з них.

1) *Тіло, що рухається похилою площиною.* В даному випадку осі розташовуються вздовж похилої

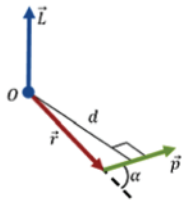
Векторним добутком векторів $\vec{a}$ і $\vec{b}$ називається такий вектор $\vec{c} = [\vec{a}, \vec{b}]$, який задовольняє умови: 1) вектор $\vec{c}$ перпендикулярний до векторів $\vec{a}$ і $\vec{b}$; 2) довжина вектора $\vec{c}$ дорівнює добутку довжин векторів $\vec{a}$ і $\vec{b}$ на синус кута α між ними: $ \vec{c} = \vec{a} \cdot \vec{b} \sin \alpha;$ 3) вектори $\vec{a}, \vec{b}, \vec{c}$ утворюють праву трійку, тобто з кінця вектора $\vec{c}$ видно, що поворот від $\vec{a}$ до $\vec{b}$ на менший кут здійснюється проти годинникової стрілки.	Моментом імпульсу $\vec{L}$ матеріальної точки відносно нерухомої точки O називається векторний добуток радіус-вектора $\vec{r}$ матеріальної точки, проведений з точки O, на імпульс $\vec{p} = m\vec{v}$ цієї матеріальної точки: $\vec{L} = [\vec{r}, \vec{p}] = [\vec{r}, m\vec{v}].$ Величина моменту імпульсу визначається за формулою: $L = rp \sin \alpha = rmv \sin \alpha,$ де α – кут між радіус-вектором та вектором імпульсу.	
--	---	---

Рис. 1

площини та перпендикулярно до неї. На даному прикладі, за допомогою проектування векторів на осі розглядається декілька задач: рівномірний рух вгору (вниз) похилою площиною, умови рівноваги тіла, вага тіла (рис. 2).

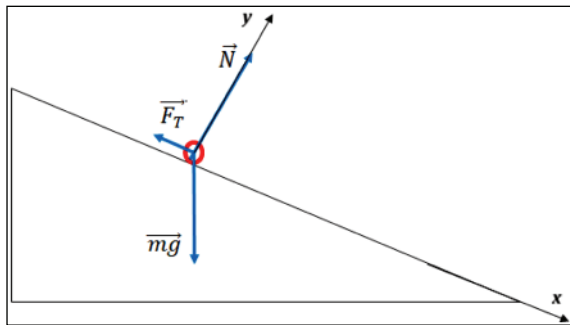


Рис. 2

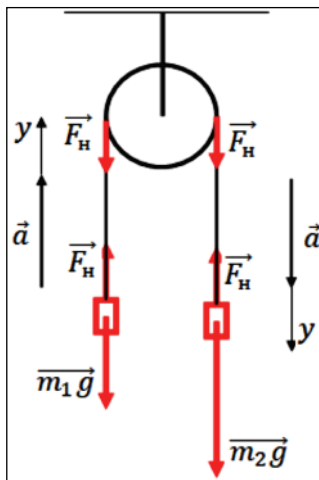


Рис. 3

2) Два вантажі, що висять на нитках. У цій задачі зручно вибрати вісь у вигляді ламаної вздовж напрямку прискорення кожного вантажу (рис. 3).

Для знаходження таких величин, як робота і потужність, використовують скалярний добуток векторів. Оскільки це поняття має широке застосування в механіці, необхідно розглянути його означення, властивості, обчислення і застосування з детальними поясненнями. Студентам важливо зрозуміти, що розглянутий добуток двох векторів $\vec{a}$ і $\vec{b}$ є скалярною величиною $\vec{a} \cdot \vec{b} = |\vec{a}| \cdot |\vec{b}| \cos \varphi$, де φ – кут між векторами $\vec{a}$ і $\vec{b}$. Особливо слід звернути увагу на випадок, коли скалярний добуток дорівнює нулю (вектори перпендикулярні). В курсі фізики розглядається рух тіла по колу під дією доцентрової сили. Робота доцентрової сили завжди дорівнює нулю, так як вектори сили і переміщення є перпендикулярними (рис. 4).

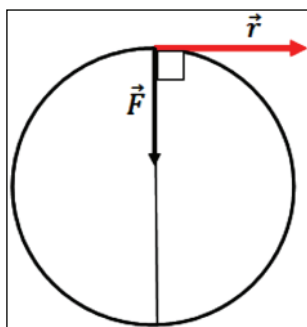


Рис. 4

Роботу по переміщенню тіла під дією кількох сил можна знайти як скалярний добуток рівнодіючої цих сил та вектора переміщення $A = \vec{F} \cdot \vec{s} = (\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots + \vec{F}_n) \cdot \vec{s}$. Скориставшись властивістю дистрибутивності скалярного добутку, можна перекоонатись, що робота рівнодіючої сил дорівнює сумі робіт, виконаних кожною силою окремо:

$$A = (\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots + \vec{F}_n) \cdot \vec{s} = \vec{F}_1 \cdot \vec{s} + \vec{F}_2 \cdot \vec{s} + \dots + \vec{F}_n \cdot \vec{s} = A_1 + A_2 + \dots + A_n.$$

У механіці під час вивчення теми «Потенціальна енергія. Потенціальні поля» теж використовується принцип дистрибутивності скалярного добутку. Знаходиться робота по замкненій траєкторії і доводиться, що поле сили тяжіння є потенціальним. Тобто, робота не залежить від форми траєкторії, а лише від характеристик початкової і кінцевої точок.

Скалярний добуток також використовується для визначення потужності $P = \frac{A}{t} = \vec{F} \cdot \vec{v}$ як відношення

роботи, виконаної під дією сили $\vec{F}$, до часу t . Для ілюстрації такого застосування варто розглянути задачу, в якій для тіла, кинутого під кутом до горизонту, потрібно знайти величину потужності сили тяжіння у різні моменти часу, а саме: в початковий момент часу; в деякий момент часу на проміжку, коли тіло піднімається вгору; у верхній точці; у деякий момент часу на проміжку, коли тіло падає вниз та в нижній точці. На цьому прикладі можна показати, яких значень може набувати потужність, одержана в результаті скалярного добутку $P = \vec{F}_{\text{тяж}} \cdot \vec{v} = F_{\text{тяж}} \cdot v \cdot \cos \theta$, де θ – кут між векторами сили тяжіння та швидкості тіла. На прикладі даної задачі, студентам пропонується побудувати графік залежності потужності сили тяжіння від часу польоту, тобто виконати невелику розрахункову роботу.

При розв'язанні фізичних задач застосовується поняття векторного добутку, яке є зовсім новим для студентів, оскільки не вивчається у школі. Зокрема, аксіальні вектори (кутова швидкість та кутове прискорення) з'являються при вивченні фізики вже в другій лекції, тому викладачам фізики доводиться давати означення векторного добутку. Оскільки часу на це відводиться обмаль, то це поняття доводиться вивчати студентам самостійно. І хоча в курсі вищої математики векторний добуток розглядається досить детально у першому розділі «Елементи лінійної та векторної алгебри», але тільки після вивчення визначників. Це зумовлено тим, що обчислення векторного добутку в координатній формі пов'язано з використанням визначників. Внаслідок цього у посібнику доводиться розглядати елементи не тільки векторної, але й лінійної алгебри. Необхідно навести означення визначників другого і третього порядку, детально пояснити їх властивості, приділити особливу увагу розкладу визначника за елементами рядка (стовпця) та проілюструвати це прикладами. І тільки після цього можна розглянути поняття векторного добутку, його властивості, обчислення та геометричні і фізичні застосування. У посібнику наведені приклади фізичних задач з використанням векторного добутку, зокрема, обчислення моменту сили тяжіння під час коливання фізичного маятника, знаходження моменту імпульсу системи «тіло – лава Жуковського», Знаходження зв'язку між моментом сили та моментом імпульсу при русі електрона в атомі. Студентам важко дається використання тривимірного простору, тому креслення надаються як в аксонометрії, так і на площині (див. рис. 5).

Крім того, в розділі «Магнітне поле» ми маємо справу із наступною задачею. Потрібно визначити силу взаємодії між струмами. Тобто кожен провідник

зі струмом діє на паралельний за допомогою магнітного поля яке створює. Задача розв'язується із застосуванням двох законів. Спочатку за законом Біо–Савара–Лапласа $\left(\vec{d\vec{B}} = \frac{\mu\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{[Id\vec{l}, \vec{r}]}{r^3}\right)$ потрібно знайти напружок поля, а потім за законом Ампера $(\vec{d\vec{F}} = I[\vec{dl}, \vec{B}])$ величину сили, що діє на провідник. В обох законах застосовується векторний добуток. Для паралельних струмів можна отримати відповідний рисунок (рис. 6).

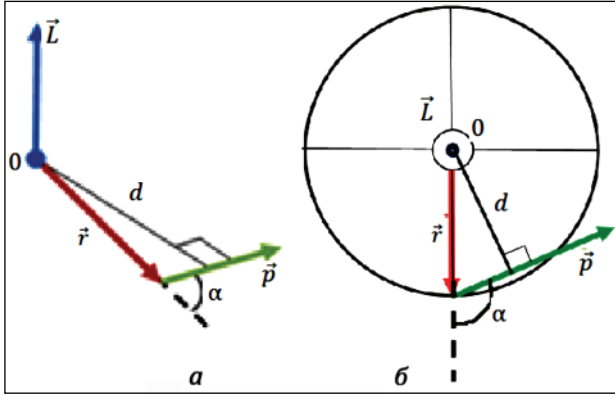


Рис. 5

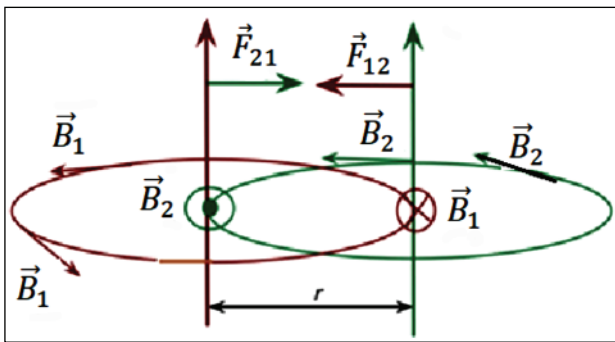


Рис. 6

Після вивчення векторного добутку у посібнику варто розглянути означення, властивості, обчислення та застосування мішаного добутку трьох векторів, який теж не вивчається у школі, але використовується при розв'язанні деяких фізичних задач. Після розгляду скалярного, векторного та мішаного добутків потрібно звернути увагу на їх відмінності та особливості застосування.

Для ілюстрації розглянутих понять можна навести таку задачу. Нехай сили $\vec{F}_1 = (1; -2; 3)$, $\vec{F}_2 = (3; -1; 2)$ і $\vec{F}_3 = (-1; -3; 4)$ прикладені до однієї точки М. Перевірити, чи будуть ці сили діяти в одній площині. Знайти роботу по переміщенню тіла, яке рухається під дією рівнодійної заданих сил із точки М(5; 3; -1) в точку N(2; 1; 3). Для перевірки, чи будуть задані сили діяти в одній площині, знайдемо мішаний добуток векторів:

$$\vec{F}_1 \cdot \vec{F}_2 \cdot \vec{F}_3 = \begin{vmatrix} 1 & -2 & 3 \\ 3 & -1 & 2 \\ -1 & -3 & 4 \end{vmatrix} = -4 - 27 + 4 - 3 + 6 + 24 = 0.$$

Оскільки мішаний добуток дорівнює нулю, то сили $\vec{F}_1$, $\vec{F}_2$ і $\vec{F}_3$ будуть діяти в одній площині. Знайдемо рівнодійчу сил, прикладених до точки М:

$$\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 = (1; -2; 3) + (3; -1; 2) + (-1; -3; 4) = (3; -6; 9).$$

Роботу по переміщенню тіла під дією сили визначимо як скалярний добуток вектора сили $\vec{F}$ на вектор переміщення $\vec{MN} = (-3; -2; 4)$, дістанемо:

$$A = \vec{F} \cdot \vec{MN} = (3; -6; 9) \cdot (-3; -2; 4) = 3 \cdot (-3) + (-6) \cdot (-2) + 9 \cdot 4 = 39.$$

Висновки. Для кращого засвоєння матеріалу при вивченні векторних величин у курсі фізики запропоновано створення навчально-методичного посібника. У першу чергу, він необхідний для того, щоб вирівняти стартовий рівень студентів, оскільки їхні знання, отримані в школі, можуть бути неповними, фрагментованими або забутими. Крім того, у посібнику розглядаються деякі математичні поняття, які використовуються у фізиці раніше, ніж вивчаються у вищій математиці. Наведемо найбільш важливі методичні рекомендації, розглянуті в посібнику.

1. Повторення базису.

Посібник є концентрованим довідником шкільного матеріалу, який швидко нагадає студентам:

- означення вектора та його графічне зображення;
- правила додавання/віднімання векторів (за правилом трикутника та паралелограма);
- розрахунок модуля вектора в системі координат;
- основи проєкцій вектора на осі;
- скалярний добуток векторів.

2. Забезпечення єдиної термінології.

Шкільні курси математики та фізики можуть використовувати дещо різні позначення або термінологію. Методичний посібник уніфікує ці знання, забезпечуючи єдиний векторний «словник», який буде використовуватися протягом усіх університетських курсів не тільки з фізики, а й з таких курсів, як «Теоретична механіка», «Опір матеріалів», тощо.

3. Місток від 2D до 3D.

У шкільному курсі елементарної фізики більшість задач розглядається на площині (2D). Вивчення загальної фізики у ВНЗ відразу вимагає роботи у просторі (3D). Методичні рекомендації допомагають студентам здійснити цей перехід, показуючи, як працюють вектори у трьох вимірах, що є необхідною передумовою для розуміння векторного і мішаного добутків.

Таким чином, методичний посібник виступає як інтеграційний посібник, який не лише заповнює прогалину між курсами, а й закріплює, систематизує та розширює вже наявні, але, можливо, призабуті, шкільні знання про вектори.

Список використаних джерел:

1. Шут М., Благодаренко Л., Січка Т., Василенко С. Підвищення якості навчання фізики як традиційно актуальна і багатопланова освітня проблема. *Наукові записки Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського. Серія: Теорія та методика навчання природничих наук*, 2023. Вип. 4. С. 79–87.
2. Носачов Ю.Ф., Савченко Д.В., Чижська Т.Г., Штофель О.О. Актуалізація нового матеріалу з фізики

- як один з методів адаптації першокурсників у ЗВО. *Збірник наукових праць К-ПНУ імені Івана Огієнка. Серія педагогічна*, 2021. Вип. 27. С. 21–24.
3. Чижська Т.Г., Дюженкова О.Ю. Про застосування математичних понять при вивченні фізики. *XIX Міжнародна наукова конференція імені академіка Михайла Кравчука, присвячена 125-річчю КПІ імені Ігоря Сікорського*: матеріали конф., м. Київ, 11-12 жовтня 2023 р. / НТУУ «КПІ імені Ігоря Сікорського». Київ, 2023. С. 253–254.
 4. Дюженкова О.Ю., Степакно І.В. Застосування прикладних задач при викладанні вищої математики студентам інженерних спеціальностей. *Стратегія якості в промисловості і освіті*: матеріали XVIII міжнар. конф., м. Варна, Болгарія, 3-6 червня 2024 р. / Технічний університет. Варна, 2024. С. 169–171.
 5. Авдєєва Т.В., Чижська Т.Г. Необхідність створення допоміжних матеріалів окремих розділів математики для використання в курсі фізики. *VIII Міжнародна науково-практична конференція «Фізика і хімія твердого тіла: стан, досягнення та перспективи»*: матеріали конф., м. Луцьк, 18-19 жовтня 2024 р. / ІВВ ЛНТУ, Луцьк, 2024. С. 185–186.
 6. Дюженкова О.Ю., Степакно І.В. Формування творчих здібностей та професійних навичок у студентів при викладанні вищої математики. *Наука і техніка сьогодні, серія Педагогіка*, 2025. Вип. 10 (51). С. 629–640.
 7. Дюженкова О.Ю. Міжпредметні зв'язки у процесі викладання вищої математики майбутнім інженерам. *Науковий вісник НУБіПУ Серія: Техніка та енергетика АПК*, 2018. Вип. 283. С. 321–327.
 8. Кучерук І.М., Горбачук І.Т., Луцук П.П. Загальний курс фізики. Т. 1. Механіка. Молекулярна фізика і термодинаміка: навч. посіб. / за ред. І.М. Кучерука. Київ: Техніка, 2006. 532 с.
 9. Дюженкова Л.І., Дюженкова О.Ю., Михалін Г.О. Вища математика. Приклади і задачі. Київ: Вид. центр «Академія», 2003. 624 с.
 10. Лінійна алгебра та аналітична геометрія: навч. посібник / В.В. Булдігін, І.В. Алексєєва, В.О. Гайдей, О.О. Диховичний та ін.; за ред. В.В. Булдігіна. Київ: ТВіМС, 2011. 224 с.

Olga DYUZHENKOVA, Tetiana CHYZHNSKA

National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»

APPLICATION OF LINEAR AND VECTOR ALGEBRA ELEMENTS IN TEACHING A PHYSICS COURSE

Abstract. Recently, students of many technical specialties begin to study the physics course in the first semester, as a result of which some mathematical concepts are used in physics earlier than they are studied in higher mathematics. In this regard, the question arises of providing students with the necessary methodological material that combines mathematical concepts and their application in physics. The article considers an approach to solving this problem when studying vector quantities in the "Physics" section. For better assimilation of the physics material, it is proposed to create a teaching and methodological manual that allows students to understand the essence of mathematical concepts and learn to apply them when solving physical problems. When presenting the material in the manual, attention is paid to those mathematical concepts and their properties that have the widest application in physics. Each concept is associated with

the corresponding physical quantities and illustrated with examples. Various tasks are considered that help students understand the connection between mathematical and physical concepts and teach students to use the appropriate mathematical apparatus in physics.

Key words: vector quantities, actions on vectors, application of mathematical concepts, physical problems, methodological support, structure of the manual.

References:

1. Shut M., Blahodarenko L., Sichkar T., Vasilenko S. Pidvyshchennya yakosti navchannya fizyky yak tradytsiyno aktual'na i bahatoplanova osvithna problema. *Naukovi zapysky Vinnyts'koho derzhavnoho pedahohichnoho universytetu imeni Mykhayla Kotsyubyn'skoho. Seriya: Teoriya ta metodyka navchannya pryrodnychyykh nauk*, 2023. Vyp. 4. S. 79–87.
2. Nosachov Yu.F., Savchenko D.V., Chyzhs'ka T.H., Shtofel' O.O. Aktualizatsiya novoho materialu z fizyky yak odyin z metodiv adaptatsiyi pershokursnykiv u ZVO. *Zbirnyk naukovykh prats' K-PNU imeni Ivana Ohiyenka. Seriya pedahohichna*, 2021. Vyp. 27. S. 21–24.
3. Chyzhs'ka T.H., Dyuzhenkova O.Yu. Pro zastosuvannya matematychnykh ponyat' pry vyvchenni fizyky. *XIX Mizhnarodna naukova konferentsiya imeni akademika Mykhayla Kravchuka, prysvyachena 125-richchyu KPI imeni Ihorya Sikorskoho*: materialy CONF., m. Kyiv, 11-12 zhovtnya 2023 r. / NTUU «KPI imeni Ihorya Sikorskoho». Kyiv, 2023. S. 253–254.
4. Dyuzhenkova O.Yu., Stepakhno I.V. Zastosuvannya prykladnykh zadach pry vykladanni vyshchoyi matematyky studentam inzhenernykh spetsial'nostey. *Stratehiya yakosti v promyslovosti i osviti*: materialy XVIII mizhnar. CONF., m. Varna, Bolhariya, 3-6 chervnya 2024 r. / Tekhnichnyy universytet. Varna, 2024. S. 169–171.
5. Avdyeyeva T.V., Chyzhs'ka T.H. Neobkhdnist' stvorennya dopomizhnykh materialiv okremykh rozdiliv matematyky dlya vykorystannya v kursy fizyky. *VIII Mizhnarodna nauko-vo-praktychna konferentsiya «Fizyka i khimiya tverdoho tila: stan, dosyahnennya ta perspektivy»*: materialy CONF., m. Luts'k, 18-19 zhovtnya 2024 r. / IVV LNTU, Luts'k, 2024. S. 185–186.
6. Dyuzhenkova O.Yu., Stepakhno I.V. Formuvannya tvorchykh zdibnostey ta profesynykh navychok u studentiv pry vykladanni vyshchoyi matematyky. *Nauka i tekhnika s'ohodni, seriya Pedahohika*, 2025. Vyp. 10 (51). S. 629–640.
7. Dyuzhenkova O.Yu. Mizhpredmetni zv'yazky u protsesi vykladannya vyshchoyi matematyky maybutnim inzheneram. *Naukovyy visnyk NUBiPU Seriya: Tekhnika ta enerhetyka APK*, 2018. Vyp. 283. S. 321–327.
8. Kucheruk I.M., Horbachuk I.T., Lutsyk P.P. Zahal'nyy kurs fizyky. T. 1. Mekhanika. Molekulyarna fizyka i termodynamika: navch. posib. / za red. I.M. Kucheruka. Kyiv: Tekhnika, 2006. 532 s.
9. Dyuzhenkova L.I., Dyuzhenkova O.Yu., Mykhalin H.O. Vyshcha matematyka. Pryklady i zadachi. Kyiv: Vyd. tsentr «Akademiya», 2003. 624 s.
10. Liniyna alhebra ta analitychna heometriya: navch. posibnyk / V.V. Buldyhin, I.V. Alyeksyeyeva, V.O. Haydey, O.O. Dykhovychnyy ta in.; za red. V.V. Buldyhina. Kyiv: TViMS, 2011. 224 s.

Отримано: 17.09.2025

Світлана ЄФИМЕНКО

Бердянський державний педагогічний університет

e-mail: sm_yefimenko@bdpu.org.ua; ORCID: 0000-0001-7418-8489

**ЗАРУБІЖНИЙ ДОСВІД ВИВЧЕННЯ ЛІНІЙНОЇ ФУНКЦІЇ:
ІННОВАЦІЇ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВПРОВАДЖЕННЯ В УКРАЇНСЬКУ ШКОЛУ**

Анотація. Однією з ключових особливостей сучасної української математичної освіти є накопичення учасниками освітнього процесу суттєвого досвіду навчання в різних освітніх системах. Значна частина учнівської молоді, перебуваючи в Німеччині, одночасно здобуває як німецьку, так і українську освіту. У процесі вивчення математики в Україні та Німеччині учні стикаються з різними підходами до розкриття змісту навчального матеріалу, що вимагає від представників освітянської ниви відстежувати, своєчасно вивчати та результативно інтегрувати в національну шкільну освіту найкращі закордонні практики викладання. Тому на прикладі теми «Лінійна функція» було виокремлено спільні та відмінні риси у підходах до побудови її графіка. Констатовано необхідність поєднання цих підходів під час формування математичної компетентності учнів з метою підвищення їхньої математичної грамотності та мотивації інтересу до вивчення математики як важливого засобу дослідження та пізнання світу. Розкрито потенціал інтеграції інноваційних зарубіжних освітніх ідей у практику навчання математики в українській школі на прикладі дослідження графіків лінійних функцій та фізичних процесів, зокрема з використанням динамічної математичної системи GeoGebra.

Ключові слова: математична освіта, зарубіжна практика, лінійна функція, графік, інтеграція, цифрові засоби навчання, фізичний процес, математична грамотність, системи освіти

Постановка проблеми. У сучасній системі освіти України особливо актуальним постає завдання підготовки вчителя, здатного вільно орієнтуватися в нинішньому перенасиченому інформаційному просторі, розуміти не лише вербальний і символічний зміст матеріалу, а й його графічну інтерпретацію. У професійній діяльності такий педагог ефективно поєднує словесні й наочні методи навчання, застосовує сучасні цифрові інструменти для подання навчального матеріалу з метою формування математичної компетентності, розвитку критичного мислення учнів, усвідомлення ними виняткової ролі математики в пізнанні й описі процесів реального світу.

Водночас в умовах суспільно-політичних трансформацій, що відбуваються в Україні, суттєво змінюються риси та функції працівників освітньої галузі. Учитель нового покоління постає не лише носієм знань, а й активним агентом змін, здатним ефективно адаптуватися до викликів сьогодення. Поширюючи власний досвід і знання серед учнівської молоді, сучасний педагог має орієнтуватися на безперервний професійний розвиток, інноваційне мислення та відкритість до світових тенденцій у сфері освіти. Він повинен оперативного реагувати на зміни в глобальному освітньому просторі, виявляти здатність до вивчення, критичного аналізу та творчої адаптації зарубіжних практик навчання математики з метою підвищення якості освітнього процесу. Такий підхід сприяє формуванню конкурентоспроможної, креативної особистості учня, здатної до успішної соціалізації й комунікації як в українському, так і в багатомовному середовищі.

Аналіз актуальних досліджень і публікацій. Слід зазначити, що станом на сьогодні накопичено значний обсяг наукових матеріалів українських учених, присвячених вивченню систем освіти інших країн [2] та впровадженню їх елементів в освітній український простір [1, 9], зокрема під час вивчення природничо-математичних дисциплін [6]. Аналіз наукових джерел дав змогу виокремити основні напрями наукових напрацювань в цьому полі, а саме: покращення рівня математичної, технологічної, природничої підготовки

шляхом інтеграції STEM-підходів у навчальний процес у загальноосвітніх закладах, закладах фахової передвищої, професійно-технічної освіти (О. Абрамова, Д. Васильєва, Г. Герасимчук, О. Денисюк, Т. Дронь, Л. Калініна, Т. Крамаренко, О. Локшина, О. Семеніхіна, В. Ткаченко, О. Топузов, І. Чернецький, О. Шпарик та інші); аналіз закордонного досвіду навчання математики та перспектив його впровадження в систему освіти України (Д. Васильєва, О. Жерновнікова, Н. Титаренко); застосування білінгвального підходу до вивчення загальноосвітніх дисциплін, зокрема математики (О. Болдарєва, С. Литвинова, М. Стойка).

Також в площині наших інтересів лежать питання поліпшення якості методичного забезпечення навчання математики. Слушно відзначити проведене українськими вченими Л. Калініною, О. Топузовим та колективом Інституту педагогіки НАПН України опитування серед освітян щодо відповідності навчальних матеріалів з математики й предметів природничо-наукового циклу актуальним на даний час вимогам до формування природничо-математичної грамотності. За результатами відповідей респондентів науковці констатували наявність низки проблемних аспектів у змісті чинних підручників з математики. Зокрема було виявлено недостатню розробленість завдань компетентнісного, дослідницького та практичного характеру, які сприяли б реалізації наскрізних ліній, формуванню ключових компетентностей та базових навичок, розвитку критичного мислення, а також відсутність завдань, що відображають різноманітні життєві ситуації та стимулюють інтерес учнів до навчання. Як наслідок, результати міжнародного дослідження PISA-2022 [5] продемонстрували негативну динаміку освітніх досягнень українських школярів: по-перше, зафіксовано відставання у рівні знань із природничо-наукових дисциплін і математичної грамотності від показників учнів більшості країн-учасниць; по-друге, виявлено суттєве зниження цих результатів у порівнянні з даними PISA-2018 [8, с. 246].

Можна вважати, що певним чином на результати міжнародного дослідження PISA вплинули військо-

ві дії на території України та пов'язана з ними міграція молоді за кордон. Останнє покладає на національну систему освіти високий рівень відповідальності, оскільки значна частина школярів, навчаючись дистанційно в Україні, водночас здобуває освіту в країнах, куди вони були вимушено переміщені у зв'язку з військовою агресією.

У процесі навчання за кордоном, учні стикаються з дещо іншими підходами та методиками подання навчального матеріалу, які, з огляду на мовний бар'єр, часто є складними для сприйняття. Водночас школярі повинні самостійно встановлювати відповідність і логічні зв'язки між змістом однієї теми, що розглядається з різних методологічних позицій. Проте більшість здобувачів освіти не ставить перед собою такої мети, обмежуючись механічним запам'ятовуванням навчального матеріалу. Як правило, учні, які активно комунікують зі своїми однолітками, що залишилися в Україні, мають змогу глибше усвідомлювати відмінності між освітніми підходами та формувати критичне ставлення до змісту отриманих знань. Крім того, українські вчителі, які перебувають за межами України, ознайомлюються з інноваційним для них змістом навчального матеріалу та оригінальними підходами до його викладання й висвітлюють ці аспекти на сторінках національних фахових видань [7, с. 203]. Втім, варто зазначити, що у більшості таких публікацій бракує практичних рекомендацій щодо впровадження зарубіжного досвіду в українську шкільну математичну освіту.

Отже, очевидним є те, що сучасні освітні реалії актуалізують потребу в модернізації національних навчальних програм і підручників з математики, зокрема через адаптацію їх змісту до кращих зарубіжних практик викладання. Це, у свою чергу, сприятиме підвищенню мотивації та залученості школярів до навчального процесу, глибшому розумінню складних понять, а також формуванню в них умінь самостійного аналізу, узагальнення й інтеграції знань, здобутих у різних освітніх середовищах.

Мета статті полягає у порівнянні європейських, наприкладі Німеччини, і національних підходів до вивчення школярами теми «Лінійна функція» й окресленні можливостей імплементації креативних зарубіжних освітніх ідей у практику навчання математики в українській школі та їх інтеграції у дослідження фізичних процесів засобами комп'ютерних технологій.

Методи дослідження: аналіз наукової та методичної літератури, опис, порівняння, графічний метод дослідження функції, інтерпретації результатів експерименту, узагальнення.

Виклад основного матеріалу. Державний стандарт

базової середньої освіти в математичній галузі [4] визначає обов'язкові результати навчання, що передбачають опанування учнями понять функції, функціональної залежності, елементарних функцій та їх властивостей. Перше ознайомлення школярів із дефініцією поняття «функція» як одним із ключових і фундаментальних у математиці відбувається в 7 класі, коли учні знайомляться з особливостями лінійної функції та її графіком. Змістова лінія «Функції» має наскрізний характер у процесі формування математичної компетентності учнів основної школи, тому її зміст розширюється та поглиблюється у навчальних матеріалах 8–9 класів. Вивчення функцій забезпечує здобувачів освіти універсальним інструментом для розв'язування широкого кола навчальних і практичних завдань, сприяє формуванню вмінь будувати та аналізувати графічні моделі технологічних, фізичних, комп'ютерних і соціально-історичних процесів із використанням засобів цифрових технологій.

У шкільних курсах математики як в Україні, так і в Німеччині поняття лінійної функції вводиться через розв'язування ситуаційних задач з наступним відпрацюванням побудови її графіка та встановленням зв'язку між графічною, табличною та аналітичною формами подання функції. Однак методика розкриття змісту цього матеріалу в українській та закордонній практиках в деяких аспектах суттєво відрізняється.

У національній системі освіти побудова графіка лінійної функції відбувається шляхом добору значень незалежної змінної x та обчисленням відповідних значень функції y . За знайденими координатами двох точок проводиться пряма, яка є графічною інтерпретацією лінійної функціональної залежності. У німецьких школах, натомість, особлива увага приділяється дослідженню її параметрів, зокрема за допомогою цифрових засобів, наприклад: GeoGebra, електронних таблиць, графічних калькуляторів (рис. 1).

З огляду на це для побудови графіка лінійної функції $y = mx + b$ використовується кутовий коефіцієнт прямої m (Steigung), що показує нахил прямої, й параметр b (y-Achsenabschnitt), який задає точку перетину прямої з віссю OY . Відповідно до їхнього геометричного змісту формується розуміння впливу кожного параметра на положення та нахил прямої та визначається розташування її опорних точок. Зупинимося на алгоритмі побудови лінійної функції в німецьких закладах освіти.

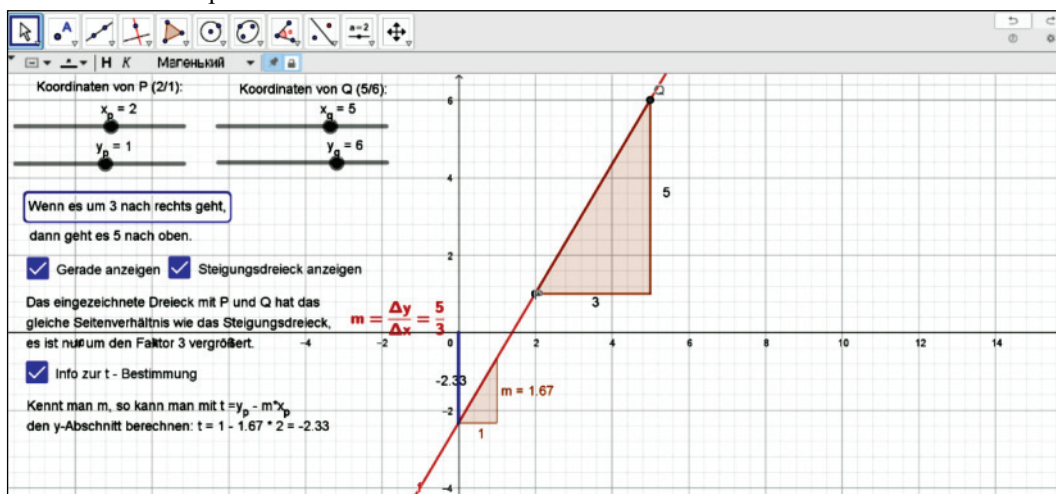


Рис. 1. Дослідження лінійної функції за допомогою GeoGebra

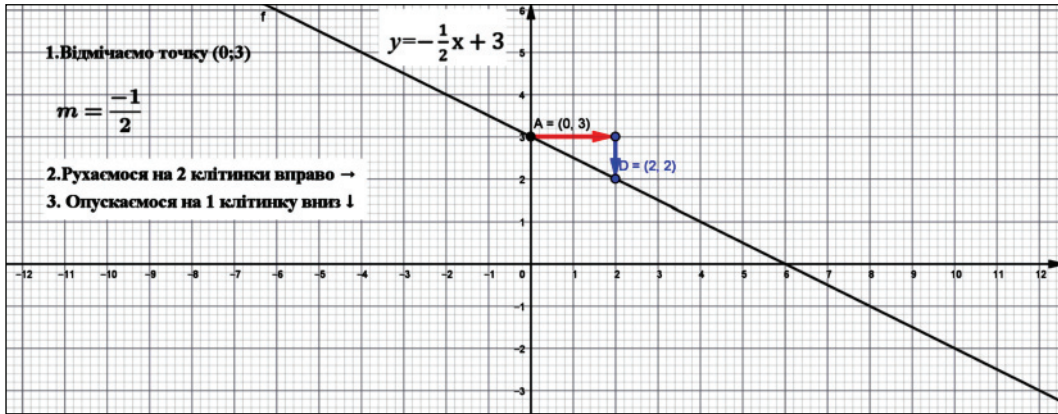


Рис. 2. Побудова лінійної функції $y = -\frac{1}{2}x + 3$ в середовищі GeoGebra

Для побудови лінійної функції учням пропонуються наступні кроки:

1. Розглянути лінійну функцію $y = mx + b$.
2. Вказати на координатній площині точку перетину графіка лінійної функції з віссю OY : $(0; b)$.
3. Подати кутовий коефіцієнт у вигляді $m = \frac{\Delta y}{\Delta x}$.
4. Від точки $(0; b)$ рухатися вправо вздовж осі OX на Δx . Потім вгору (якщо Δy додатне) або вниз (якщо Δy від'ємне) вздовж осі OY на Δy .
5. Позначити другу точку та провести через дві точки пряму.

Як приклад, на *рисунку 2* показано побудову в середовищі GeoGebra графіка функції $y = -\frac{1}{2}x + 3$ (*рис. 2*).

Отже, проведений аналіз стратегій побудови графіків лінійної функції, що застосовуються в українській та німецькій школах, дозволив подати у вигляді *таблиці 1* їх узагальнену характеристику. Зазначені підходи, спрямовані на формування математичної компетентності учнів, характеризуються власними перевагами та можуть бути результативно використані для розв'язання різних типів навчальних завдань. Водночас вони не є взаємовиключними, а навпаки – здатні взаємно доповнювати один одного, що відкриває можливості для їх інтегрованого застосування у сучасній методиці навчання математики.

Таблиця 1

Порівняльна характеристика підходів до побудови лінійної функції

Критерій/Країна	Україна	Німеччина
Спосіб побудови	Табличний спосіб: обирають x , обчислюють y	Параметричний спосіб: аналізують m і b , будують графік
Пріоритетність під час побудови	Числові обчислення	Геометричний зміст параметрів
Використання цифрових засобів	Практично не використовуються	Використовуються GeoGebra, електронні таблиці, графічні калькулятори

З метою окреслення шляхів інтеграції параметричного підходу до аналізу та побудови графіка лінійної функції в шкільну математичну освіту України було досліджено зміст підручників з математики [3], посібників для підготовки до національного мультипредметного тесту (НМТ), а також практичних завдань з предме-

тів природничо-математичного циклу, в яких застосовується графічний метод інтерпретації процесів та явищ. На основі цього з'ясовано, що у більшості завдань, що подані в українських підручниках і посібниках, акцент робиться переважно

на числових обчисленнях у процесі аналізу та побудови графіка лінійної функції. Разом із тим встановлено, що окремі типи вправ можуть бути розв'язані більш раціонально з використанням параметричного підходу, що свідчить про доцільність його впровадження в освітній процес з математики. Зупинимося на прикладах, які ілюструють можливості параметричного підходу під час аналізу графіків функції $y = kx + b$. Окрему увагу буде приділено застосуванню зазначеного підходу до дослідження параметрів лінійної функції під час графічної обробки результатів експериментальної роботи з визначення внутрішнього опору та електрорушійної сили джерела струму.

Приклад 1. За ескізом (*рис. 3*) графіка $y = ax + b$ вказати знаки параметрів a , b та написати рівняння прямої.

Скористаємося параметричним підходом для виконання завдання. Параметр b визначаємо за ординатою точки перетину графіка функції з віссю OY . За поданим графіком з'ясуємо, що $b = -2 < 0$. Оскільки графік утворює гострий кут із додатним напрямком осі OX , робимо висновок, що $a > 0$. Значення коефіцієнта a можна встановити, перемістившись від точки $(0; -2)$ вправо на довільну кількість одиниць m , а далі – вгору до графіка на n одиниць. Тоді $a = \frac{n}{m}$.

Нехай $m = 2$, тоді $n = 2$, звідки отримуємо $a = \frac{2}{2} = 1$.

Підставивши знайдені значення параметрів у рівняння лінійної функції, маємо $y = x - 2$.

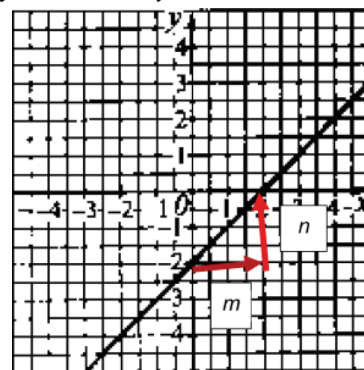


Рис. 3. Графік лінійної функції

Приклад 2. Дано лінійну функцію (див. *рис. 4*) $y = ax + b$. Встановити відповідність між знаками коефіцієнтів a , b та ескізами графіків (1-5).

a) $a > 0, b > 0$; b) $a > 0, b < 0$; c) $a < 0, b > 0$.

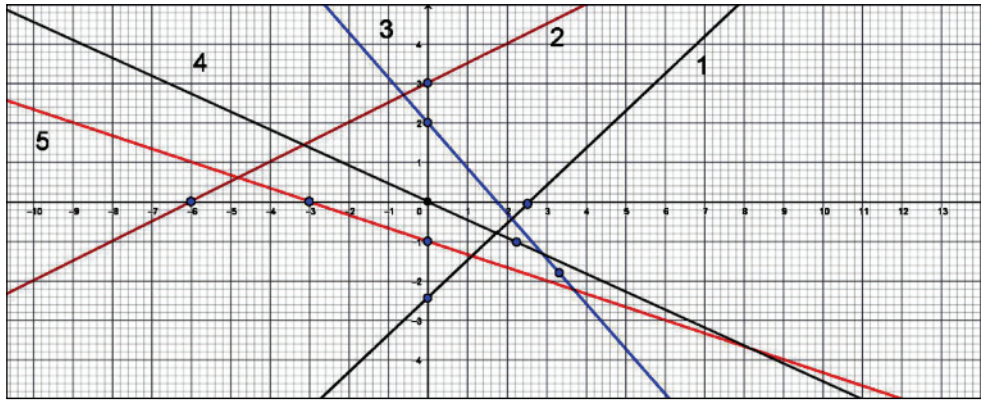
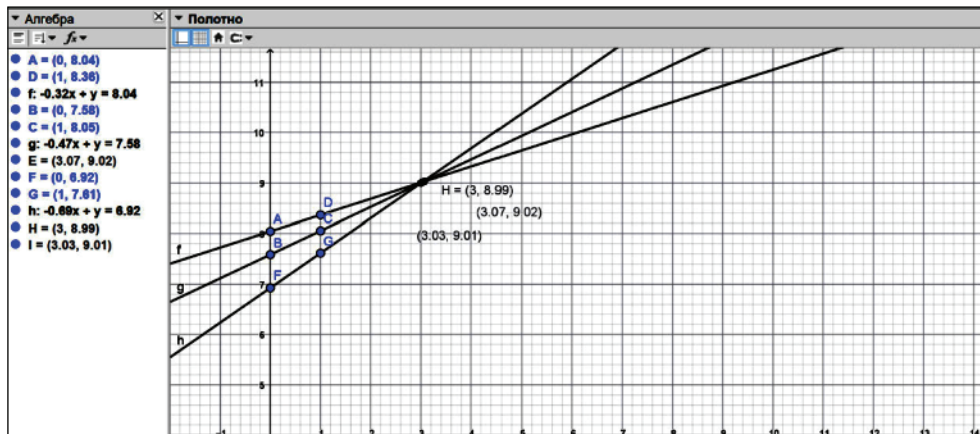


Рис. 4. Графіки лінійних функцій для прикладу 2

Рис. 5. Графічна інтерпретація $\mathcal{E}(r)$ до лабораторної роботи «Визначення ЕРС і внутрішнього опору джерела»

Як і в попередньому прикладі скористаємося дослідженням параметрів лінійної функції.

Умова (а): $a > 0$, $b > 0$. Це означає, що точка перетину графіка функції з віссю OY лежить у додатній її частині ($b > 0$), а кут між позитивним напрямком осі OX та графіком є гострим. Отже варіанту (а) відповідає графік 2. Умова (б): $a > 0$, $b < 0$ відповідає графіку 1. Умова (с): $a < 0$, $b > 0$. Від'ємний коефіцієнт нахилу та додатне значення b відповідає графіку 3.

Приклад 3. Параметричний підхід до побудови графіків функції $y = kx + b$ дає змогу безпосередньо здійснювати графічну обробку результатів експерименту та визначати значення внутрішнього опору й електрорушійної сили джерела струму (ЕРС) під час виконання лабораторної роботи «Визначення ЕРС і внутрішнього опору джерела» у 10 класі загальноосвітньої школи.

Наведемо таблицю (табл. 2) значень фізичних величин: напруги (U) та сили струму (I), одержаних у результаті прямого вимірювання.

Таблиця 2

Значення вимірюваних фізичних величин

Номер досліду	I , А	U , В
1	0,32	8,04
2	0,47	7,58
3	0,69	6,92

Закон Ома для повного кола $I = \frac{\mathcal{E}}{R + r}$ дозволяє одержати формулу для визначення ЕРС: $\mathcal{E} = Ir + U$, яка є лінійною функцією внутрішнього опору джерела постійного струму. Залежність $\mathcal{E}(r)$ доцільно будувати за допомогою графічних редакторів. Скористаємося

геометричним змістом параметрів лінійної функції та програмою GeoGebra для побудови функціональних залежностей:

$$\mathcal{E} = 0,32r + 8,04;$$

$$\mathcal{E} = 0,47r + 7,54;$$

$$\mathcal{E} = 0,69r + 6,92.$$

Опорними точками для побудови таких прямих є:

1. Для першої функції ($b = 8,04$; $a = \frac{n}{m} = \frac{0,32}{1}$) маємо точки $(0; 8,04)$ та $(1; 8,36)$. Від точки $(0; 8,04)$ необхідно рухатися на 1 вправо вздовж OX та на 0,32 вгору вздовж OY .

2. Для другої функції ($b = 7,58$; $a = \frac{n}{m} = \frac{0,47}{1}$) маємо точки $(0; 7,54)$ та $(1; 8,05)$. Від точки $(0; 7,54)$ необхідно рухатися на 1 вправо вздовж OX та вгору на 0,47 вздовж OY .

3. Для третьої функції ($b = 6,92$; $a = \frac{n}{m} = \frac{0,69}{1}$) маємо точки $(0; 6,92)$ та $(1; 7,61)$. Від точки $(0; 6,92)$ необхідно рухатися на 1 вправо вздовж OX та вгору на 0,69 вздовж OY .

Будуємо прямі через визначені опорні точки (рис. 5). За координатами точок перетину цих прямих знаходимо значення внутрішнього опору $(3; 3,07; 3,03)$ та ЕРС $(8,99; 9,02; 9,01)$, визначаємо їх середні значення та похибки вимірювання.

Висновки та перспективи подальших наукових розвідок. Формування математичної компетентності учнів напряму залежить від змісту навчального матеріалу та підходів до його подання. Оскільки на сьогодні українські школярі вимушені здобувати знання одночасно в різних системах освіти, то українська школа має дбати про узгодження національних і зарубіжних практик навчання математики. До того ж деякі з них здатні вдало доповнювати українські методики, підвищуючи математичну грамотність учнів через озброєння їх новими креативними способами діяльності, застосування яких не обмежується вирішенням предметних задач. Не можна не зважати на те, що за кордоном, зокрема в Німеччині, навчання математики постійно супроводжується використанням цифрових інструментів, які допомагають вчителю розкрити математичний зміст матеріалу, що також є прикладом для наслідування.

Перспективи подальшого вивчення заявленої проблеми вбачаємо у дослідженні систем освіти різних країн, ознайомленні з їхніми методиками та змі-

том навчання математики, цифровими засобами її підтримки, можливостями імплементації закордонного досвіду у національну математичну освіту.

Список використаних джерел:

1. Денисюк О.Я., Дронь Т.О., Титаренко Н.В., Ткаченко В.В. Реформа НУШ як складова інтеграції української освіти в Європейський освітній простір. *Освітня аналітика України*. 2022. Т. 4, № 20. С. 84–97.
2. Локшина О. Європейський освітній простір як інтеграційна перспектива української освіти. *Український педагогічний журнал*. 2024. № 2. С. 6–17. URL: <https://uej.undip.org.ua/index.php/journal/article/view/739/854> (дата звернення: 29.10.2025).
3. Математика: алгебра і початки аналізу та геометрія, рівень стандарту: підруч. для 10 кл. закладів загальної середньої освіти / А.Г. Мерзляк, Д.А. Номіровський, В.Б. Полонський, М.С. Якір. Харків: Гімназія, 2018. 256 с.
4. Про деякі питання державних стандартів повної загальної середньої освіти: Постанова Кабінету Міністрів України від 30.09.2020 р. № 898. База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: <https://www.kmu.gov.ua/npas/pro-deyaki-pitannya-derzhavnih-standartiv-povnoyi-zagalnoyi-serednoyi-osviti-i300920-898> (дата звернення: 29.10.2025).
5. Ржеутська Л. PISA-2022: критичні проблеми в українській освіті. *Deutsche Welle*. 2023. URL: <https://www.dw.com/uk/pisa2022-ak-podolati-kriticni-problemi-v-ukrainskij-osviti/a-67657939> (дата звернення: 29.10.2025).
6. Стойка М.В., Петечук Ю.В. Інноваційні підходи у навчанні шкільної математики. *Науковий вісник Ужгородського університету. Серія: «Педагогіка. Соціальна робота»*. 2024. Вип. 1(54). С. 204–210.
7. Титаренко Н.Є. Особливості навчання математики українських школярів за кордоном. *Вища освіта України у контексті інтеграції до європейського освітнього простору*. 2023. № 91. С. 17–25.
8. Топузов О., Калініна Л. Реалізація STEM-освіти й модернізація українського шкільного куррикулуму, як чинники покращання природничо-наукової грамотності учнів у ракурсі досягнення цілей PISA. *Проблеми сучасного підручника*. 2023. № 31. С. 241–257.
9. Шпарик О. Інтеграція шкільних систем у європейському союзі: сучасні тенденції. *Український Педагогічний журнал*. 2024. № 3. С. 41–51.

Svitlana YEFYMENKO

Berdiansk State Pedagogical University

FOREIGN EXPERIENCE IN TEACHING LINEAR FUNCTIONS: INNOVATIONS AND PROSPECTS FOR IMPLEMENTATION IN UKRAINIAN SCHOOLS

Abstract. One of the key features of contemporary Ukrainian mathematics education is that participants in the educational process accumulate significant experience studying in different educational systems. A considerable number of students, while living in Germany, simultaneously receive both German and Ukrainian education. In the process of learning mathematics in Ukraine and Germany, students encounter different approaches to presenting the content of educational material, which

requires educators to monitor, study in a timely manner, and effectively integrate the best foreign teaching practices into the national school system. Using the topic «Linear Function» as an example, the common and distinctive features of approaches to constructing its graph were highlighted. The necessity of combining these approaches when developing students' mathematical competence was emphasized in order to enhance their mathematical literacy and motivation to study mathematics as an important tool for exploring and understanding the world. The potential for integrating innovative foreign educational ideas into the practice of teaching mathematics in Ukrainian schools was demonstrated through the study of linear function graphs and physical processes, including the use of the dynamic mathematics software GeoGebra.

Key words: mathematics education, foreign practice, linear function, graph, integration, digital learning tools, physical process, mathematical literacy, educational systems.

References:

1. Denysyuk O.Ya., Dron' T.O., Tytarenko N.V., Tkachenko V.V. Reforma NUSh yak skladova intehratsiyi ukrayins'koyi osvity v Yevropeys'kyy osvitniy prostir. *Osvitnya analityka Ukrayiny*. 2022. T. 4, № 20. S. 84–97.
2. Lokshyna O. Yevropeys'kyy osvitniy prostir yak intehratsiyina perspektyva ukrayins'koyi osvity. *Ukrayins'kyy pedahohichnyy zhurnal*. 2024. № 2. S. 6–17. URL: <https://uej.undip.org.ua/index.php/journal/article/view/739/854>
3. Matematyka: alhebra i pochatky analizu ta heometriya, riven' standartu: pidruch. dlya 10 kl. zakladiv zahal'noyi seredn'oyi osvity / A.H. Merzlyak, D.A. Nomirows'kyy, V.B. Polons'kyy, M.S. Yakir. Kharkiv: Himnaziya, 2018. 256 s.
4. Pro deyaki pytannya derzhavnykh standartiv povnoyi zahal'noyi seredn'oyi osvity: Postanova Kabinetu Ministriv Ukrayiny vid 30.09.2020 r. # 898. Baza danykh «Zakonodavstvo Ukrayiny» / Verkhovna Rada Ukrayiny. URL: <https://www.kmu.gov.ua/npas/pro-deyaki-pitannya-derzhavnih-standartiv-povnoyi-zagalnoyi-serednoyi-osviti-i300920-898>
5. Rzhut's'ka L. PISA-2022: krytychni problemy v ukrayins'koyi osviti. *Deutsche Welle*. 2023. URL: <https://www.dw.com/uk/pisa2022-ak-podolati-kriticni-problemi-v-ukrainskij-osviti/a-67657939>
6. Stoyka M.V., Petechuk Yu.V. Innovatsiyni pidkhody u navchanni shkil'noyi matematyky. *Naukovyy visnyk Uzhhorods'koho universytetu. Seriya: «Pedahohika. Sotsial'na robota»*. 2024. Vyp. 1(54). S. 204–210.
7. Tytarenko N.Ye. Osoblyvosti navchannya matematyky ukrayins'kykh shkolyariv za kordonom. *Vyscha osvita Ukrayiny u konteksti intehratsiyi do yevropeys'koho osvitn'oho prostoru*. 2023. № 91. S. 17–25.
8. Topuzov O., Kalinina L. Realizatsiya STEM-osvity y modernizatsiya ukrayins'koho shkil'noho kurrykulumu, yak chynnyky pokrashchannya pryrodnocho-naukovoyi hramotnosti uchniv u rakursi dosyahnennya tsiley PISA. *Problemy suchasnoho pidruchnyka*. 2023. № 31. S. 241–257.
9. Shparyk O. Intehratsiya shkil'nykh system u yevropeys'komu soyuzi: suchasni tendentsiyi. *Ukrayins'kyy Pedahohichnyy zhurnal*. 2024. № 3. S. 41–51.

Отримано: 7.11.2025

Олександр КОБИЛЯНСЬКИЙ¹, Євгеній КУЛІБАБА²*Вінницький національний технічний університет**e-mail: ¹akobilanskiy@gmail.com, ²zhenya.kulibaba@gmail.com**ORCID: ¹0000-0002-9724-1470, ²0009-0003-1038-604X*

ФОРМУВАННЯ ЕМОЦІЙНОГО ІНТЕЛЕКТУ В СИСТЕМІ ВИЩОЇ ОСВІТИ: ПЕДАГОГІЧНІ МОДЕЛІ ТА ТЕХНОЛОГІЇ

Анотація. У статті висвітлено теоретико-методологічні засади та практичні аспекти формування емоційного інтелекту в системі вищої освіти. Обґрунтовано значення емоційного інтелекту як однієї з ключових компетентностей сучасного фахівця, що забезпечує ефективну професійну діяльність, соціальну адаптацію, розвиток емпатії, комунікативних умінь і психологічну стійкість. Проаналізовано основні педагогічні моделі розвитку емоційного інтелекту (особистісно орієнтовану, компетентнісну, рефлексивно-діяльнісну, коучингово-менторську та інтегративну), які сприяють гармонійному розвитку когнітивного, емоційного та поведінкового компонентів професійної компетентності здобувачів. Визначено ефективні педагогічні технології (тренінгові, інтерактивні, емоційно орієнтовані, коучингові та інформаційно-комунікаційні), які сприяють розвитку емоційного інтелекту здобувачів в процесі їх професійної підготовки. Визначено перспективи використання цифрових інструментів (Moodle, Padlet, Mentimeter, Mindly, Reflectly тощо) для розвитку емоційної компетентності студентів у дистанційному та змішаному форматах. Обґрунтовано необхідність системного підходу до формування емоційного інтелекту як важливого напрямку модернізації вищої освіти. Визначені перспективи подальших наукових пошуків, зокрема розроблення критеріїв та інструментів діагностики рівня розвитку емоційного інтелекту здобувачів, а також у створення методичних рекомендацій для викладачів щодо інтеграції технологій розвитку емоційного інтелекту у зміст освітніх компонентів.

Ключові слова: емоційний інтелект, формування професійної компетентності, педагогічні моделі, педагогічні технології, цифрові інструменти, емоційна компетентність, вдосконалення професійної підготовки, заклади вищої освіти.

В умовах стрімких змін і викликів сучасного ринку праці, критично важливим елементом професійної підготовки стає розвиток емоційного інтелекту. Він є фундаментальною передумовою успішного професійного становлення особистості. Сучасна вища освіта, що системно впроваджує компетентнісний підхід, вимагає від випускників не просто академічних знань, а формування комплексу soft skills як основи для конструктивної міжособистісної комунікації, ефективної саморегуляції, глибокої емпатії та проактивного прийняття рішень. Окрім того, розвиток емоційного інтелекту значно сприяє підвищенню академічної мотивації, формуванню лідерських якостей, вдосконаленню комунікативних умінь та успішній адаптації до стресових ситуацій навчального процесу.

У контексті модернізації системи вищої освіти особливого значення набуває пошук педагогічних моделей і технологій, які забезпечують цілеспрямоване формування емоційного інтелекту здобувачів. Це передбачає інтеграцію психологічних, педагогічних і соціально-культурних підходів, а також використання інноваційних освітніх практик, спрямованих на розвиток емоційної компетентності як невід'ємної складової професійної підготовки майбутніх фахівців.

Метою статті є аналіз теоретичних засад формування емоційного інтелекту у системі вищої освіти, визначення ефективних педагогічних моделей і технологій, що сприяють розвитку емоційної культури особистості студента та підвищенню якості освітнього процесу.

Актуальність обраної тематики зумовлена зростанням ролі емоційного інтелекту у формуванні професійної компетентності майбутніх фахівців, а також збільшенням кількості наукових досліджень, присвячених цій проблематиці. Зростання цікавості наукової спільноти свідчить про усвідомлення того, що високий рівень емоційного інтелекту є важливою пере-

думовою успішної соціалізації, ефективної комунікації та психологічного благополуччя здобувачів вищої освіти. Дослідження О. Резунової [17] присвячене проблемі розвитку емоційного інтелекту у студентів засобами іноземної мови. Авторка трактує емоційний інтелект як здатність розпізнавати власні та чужі емоції, наміри й бажання, а також уміння керувати ними для ефективного розв'язання практичних завдань. У роботі обґрунтовано необхідність використання комплексу завдань, спрямованих на зняття психологічної напруги, підвищення рівня самооцінки та розвитку впевненості у власних силах.

У дослідженні Н. Гриньової [10] розглянуто особливості розвитку емоційного інтелекту у здобувачів вищої освіти з особливими освітніми потребами в умовах інклюзивного навчання. Авторка здійснила глибокий аналіз вітчизняних і зарубіжних праць, присвячених проблемі емоційного інтелекту, визначила його структуру та взаємозв'язок із поняттям емоційної компетентності, що передбачає здатність особистості застосовувати та інтегрувати складові емоційного інтелекту (самоусвідомлення, саморегуляцію, мотивацію, емпатію, уміння підтримувати конструктивні стосунки) у практичну діяльність. Л. Данилевич [11] у своїй праці обґрунтовує доцільність використання методу коучингу як інноваційного та ефективного педагогічного інструменту розвитку емоційного інтелекту майбутніх фахівців у процесі навчання у ЗВО. Зазначається, що коучинг сприяє формуванню рефлексивності, усвідомлення власних емоційних станів, підвищенню рівня самоконтролю та розвитку навичок емоційної підтримки інших. Окремі аспекти розвитку емоційного інтелекту в процесі професійної підготовки відображені у публікаціях [2; 3; 6; 9].

Узагальнення наукових досліджень свідчить, що у сучасній педагогічній науці емоційний інтелект розглядається як інтегральна характеристика особис-

тості, що поєднує когнітивні, емоційні та поведінкові компоненти [4; 12]. Розвиток емоційного інтелекту у здобувачів ЗВО є важливим чинником їх професійної підготовки, адже він сприяє формуванню здатності до саморегуляції, емпатії, конструктивного спілкування, прийняття рішень у стресових ситуаціях. У контексті компетентнісного підходу формування емоційного інтелекту розглядається не лише як психолого-педагогічна, але й як соціокультурна проблема, що потребує інтеграції особистісно орієнтованого та діяльнісного підходів до освітнього процесу [16, с. 261].

Аналіз сучасних наукових праць дозволяє виокремити декілька педагогічних моделей, які забезпечують цілісне формування емоційного інтелекту в системі вищої освіти, зокрема:

1. Особистісно орієнтована модель, основою якої є принцип гуманізації освітнього процесу. Вона спрямована на розвиток у студентів самосвідомості, рефлексії, емоційної стабільності [5, с. 4]. Її ключовим завданням є створення сприятливого емоційного середовища, у якому здобувач освіти має змогу вільно виражати почуття, аналізувати власні емоційні стани, формувати позитивну самооцінку.

2. Компетентнісна модель, згідно з якою емоційний інтелект є структурним елементом професійної компетентності. За такого підходу, зміст освітнього процесу вибудовується з урахуванням розвитку емоційної компетентності, формування умінь розпізнавати емоції, керувати ними, проявляти емпатію, ефективно комунікувати та працювати в команді [16, с. 263]. Особлива увага приділяється практикоорієнтованим завданням і реальним професійним ситуаціям.

3. Рефлексивно-діяльнісна модель, яка передбачає формування вмінь усвідомлювати та аналізувати власні емоційні реакції через різноманітні форми діяльності, наприклад рефлексивні щоденники, аналіз кейсів, самооцінювання, групові обговорення тощо [8, с. 418]. Така модель стимулює розвиток критичного мислення, самопізнання й відповідального ставлення до емоційного досвіду.

4. Коучингово-менторська модель. Вона ґрунтується на партнерській взаємодії між викладачем і студентом, коли педагог виступає фасилітатором або наставником, який допомагає студенту усвідомити власний потенціал і розвивати навички саморегуляції, мотивації та емоційної гнучкості [1, с. 80]. Коучингові технології дозволяють реалізувати індивідуальний підхід до кожного здобувача освіти.

5. Інтегративна модель, яка поєднує елементи попередніх моделей, забезпечуючи системний розвиток емоційного інтелекту через інтеграцію емоційно-ціннісного досвіду у всі етапи професійної підготовки – від загальноосвітніх дисциплін до фахових курсів і практики.

Реалізація вищезазначених моделей у практиці вищої школи забезпечується шляхом впровадження сучасних педагогічних технологій, спрямованих на розвиток емоційної культури студентів. Серед найбільш перспективних науковці виокремлюють такі:

1. Тренінгові технології. Вони використовуються для розвитку емпатії, комунікативних навичок та емоційної саморегуляції. Зокрема, психолого-педагогічні тренінги допомагають зняти напругу, підвищити рі-

вень самоусвідомлення та довіри в студентській групі. Досвід впровадження таких тренінгів відображено у публікаціях [7; 9].

2. Технології емоційно орієнтованого навчання, які передбачають проведення дискусій, рольових ігор, аналізу конфліктних ситуацій, художніх і медіатекстів, що викликають емоційний відгук та сприяють розвитку емоційної чутливості. Такі технології використовують в процесі вивчення гуманітарних дисциплін, зважаючи на особливості їх змісту [15].

3. Коучингові технології. У ЗВО найчастіше вони реалізуються у форматі індивідуальних або групових сесій, де студенти формулюють цілі, аналізують особисті досягнення, усвідомлюють власні емоційні реакції, що сприяє формуванню відповідальності та рефлексивності [14].

4. Інтерактивні технології, серед яких методи «мозкового штурму», дебати, проєктна діяльність, симуляційні ігри, що забезпечують розвиток навичок ефективної взаємодії, емоційної чуйності та толерантності [13].

Варто зауважити, що перспективним у цьому напрямі є використання цифрових технологій, які відкривають нові можливості для інтерактивної, персоналізованої та емоційно збагаченої освітньої взаємодії. Застосування цифрових платформ, онлайн-курсів, електронних щоденників емоцій, мобільних застосунків для саморефлексії, а також мультимедійних ресурсів сприяє створенню гнучкого освітнього середовища, у якому студенти можуть самостійно аналізувати власні емоційні стани, відстежувати динаміку особистісного розвитку та вдосконалювати навички емоційної саморегуляції.

Серед ефективних цифрових інструментів для формування емоційної компетентності, які були використані нами під час професійної підготовки здобувачів у ЗВО, виокремлюємо:

1. Moodle, Google Classroom, Canvas – навчальні платформи, які забезпечують можливість емоційно орієнтованого зворотного зв'язку, ведення онлайн-рефлексій і створення безпечного середовища спілкування між студентами та викладачем;

2. Padlet, Mentimeter, Jamboard – інтерактивні сервіси, які дають змогу виражати емоції через візуальні та асоціативні форми, проводити групові обговорення, визначати емоційний клімат у групі;

3. Wooclap, Kahoot, Quizizz – платформи гейміфікованого навчання, які сприяють формуванню позитивних емоційних переживань, підвищенню навчальної мотивації студентів тощо;

4. Mindly, Notion, Reflectly, Moodflow – мобільні застосунки для ведення електронних щоденників емоцій, розвитку усвідомленості, самоаналізу та навичок емоційної саморегуляції;

5. Zoom, Microsoft Teams – сервіси відеокommунікації, які дозволяють реалізовувати елементи емоційно підтримувального спілкування під час дистанційних занять, дискусій і коучингових сесій.

Інтеграція зазначених технологій в освітній процес сприяє розвитку рефлексивного мислення, емпатії та саморегуляції, водночас забезпечуючи високу гнучкість освітнього середовища. Це особливо актуально в умовах цифрової трансформації освіти, коли здобувачі вищої освіти мають потребу у таких фор-

мах навчання, які поєднують їх емоційний, когнітивний і соціальний розвиток. Педагогічні моделі та технології формування емоційного інтелекту у системі вищої освіти мають комплексний і міждисциплінарний характер. Їх ефективність забезпечується гармонійним поєднанням когнітивних, емоційних та поведінкових аспектів навчальної діяльності. Інтеграція особистісно орієнтованого, компетентнісного, рефлексивного та коучингового підходів створює умови для формування емоційно зрілої, саморегульованої, соціально відповідальної особистості фахівця, здатного до ефективної професійної та міжособистісної взаємодії. Таким чином, проведене дослідження дає підстави стверджувати, що формування емоційного інтелекту є невід'ємною складовою сучасної системи вищої освіти, спрямованої на підготовку конкурентоспроможних, соціально відповідальних і психологічно зрілих фахівців. Емоційний інтелект виступає важливим чинником ефективної професійної діяльності, оскільки забезпечує розвиток здатності до саморегуляції, емпатії, конструктивного спілкування, командної взаємодії та прийняття зважених рішень у складних соціально-професійних ситуаціях.

У процесі аналізу визначено, що ефективність формування емоційного інтелекту у здобувачів вищої освіти залежить від цілісної педагогічної системи, яка охоплює різні моделі – особистісно орієнтовану, компетентнісну, рефлексивно-діяльну, коучингово-менторську та інтегративну. Їх комплексне застосування забезпечує гармонійне поєднання когнітивного, емоційного та поведінкового компонентів особистісного розвитку студентів. Особливу увагу приділено педагогічним технологіям, які сприяють практичній реалізації цих моделей: тренінговим, інтерактивним, емоційно орієнтованим, коучинговим, а також інформаційно-комунікаційним. Залучення цифрових інструментів (Moodle, Padlet, Mentimeter, Mindly, Reflectly тощо) відкриває нові можливості для формування емоційної компетентності у дистанційному та змішаному форматах, розширюючи межі традиційного навчального простору.

Відтак, формування емоційного інтелекту у системі вищої освіти має розглядатися як стратегічний напрям модернізації педагогічного процесу. Його результатом є підготовка фахівців нового покоління – емоційно зрілих, стресостійких, відкритих до співпраці та здатних до саморозвитку в умовах постійних соціальних і професійних змін. Перспективи подальших досліджень убацьмає у розробленні критеріїв та інструментів діагностики рівня емоційного інтелекту студентів, а також у створенні методичних рекомендацій для викладачів щодо інтеграції технологій розвитку емоційного інтелекту у зміст освітніх компонент.

Список використаних джерел:

1. Bonesso S., Gerli F., Cortellazzo L. Emotional and Social Intelligence Competencies Awareness and Development for Students' Employability. *New Directions for Teaching and Learning*. 2019. No 160. P. 77–89. DOI: <https://doi.org/10.1002/tl.203668>
2. Dembitska S., Kobylanskyi O., Nahorniak S., Puhach V., Tatarchuk V. Usage of Artificial Intelligence for the Individualization of Learning in the Institutions of Higher Education. In: Auer, M.E., Rüütmann, T. (eds) *Futureproofing Engineering Education for Global Responsibility*. ICL 2024. *Lecture Notes in Networks and Systems*, 2025. Vol. 1260. Springer, Cham. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-031-85652-5_21
3. Dembitska S., Kuzmenko O., Savchenko I., Demianenko V., Hanna S. Digitization of the Educational and Scientific Space Based on STEAM Education. In: Auer, M.E., Cukierman, U.R., Vendrell Vidal, E., Tovar Caro, E. (eds) *Towards a Hybrid, Flexible and Socially Engaged Higher Education*. ICL 2023. *Lecture Notes in Networks and Systems*, 2024. Vol. 901. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-031-53022-7_34
4. Goleman D. Emotional intelligence. New York: Bantam Books, 1995. 352 p.
5. Hayashi A., Ewer A. Development of Emotional Intelligence through an Outdoor Leadership Program. *Journal of Outdoor Recreation Education and Leadership*. 2013. No 5(1). P. 3–17. DOI: <https://doi.org/10.7768/1948-5123.1139>
6. Miastkovska M., Dembitska S., Puhach V., Kobylanska I., Kobylanskyi O. Improving the Efficiency of Students' Independent Work During Blended Learning in Technical Universities. In: Auer, M.E., Cukierman, U.R., Vendrell Vidal, E., Tovar Caro, E. (eds) *Towards a Hybrid, Flexible and Socially Engaged Higher Education*. ICL 2023. *Lecture Notes in Networks and Systems*, 2024. Vol. 899. Springer, Cham. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-031-51979-6_21
7. Nilam N.M.S., Madagamage N.G., Senadheera N.G.D.R. Emotional Intelligence on Organizational Performance with the Moderating Effect of Organizational Culture in the Banking Sector in Sri Lanka: A Systematic Review. *International Journal of Governance and Public Policy Analysis*. 2023. № 4(1). P. 1–10.
8. Oz H., Demirezen M., Pourfeiz J. Emotional intelligence and attitudes towards foreign language learning: Pursuit of relevance and implications. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*. 2015. No. 186. P. 416–423.
9. Puhach V., Dembitska S., Kobylanskyi O., Kobylanska I., Moskovchuk O. Development of Students Support Strategies in Digital Educational Environment by Means of Artificial Intelligence. In: Auer, M. E., Rüütmann, T. (eds) *Futureproofing Engineering Education for Global Responsibility*. ICL 2024. *Lecture Notes in Networks and Systems*, 2025. Vol. 1260. Springer, Cham. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-031-85652-5_22
10. Гриньова Н.В. Дослідження емоційного інтелекту здобувачів вищої освіти з особливими освітніми потребами. *Габітус*. 2023. Вип. 47. С. 56–61. DOI: <https://doi.org/10.32782/2663-5208.2023.47.9>
11. Данилевич Л. Розвиток емоційного інтелекту майбутніх фахівців методом коучингу. *Вчені записки Університету «КРОК»*. 2025. № 3(79). С. 488–494. DOI: <https://doi.org/10.31732/2663-2209-2025-79-488-494>
12. Корнієнко І., Барчі Б. Концепція розвитку soft skills та емоційного інтелекту. *Psychology Travelogs*. 2023. № (1). С. 16–26. DOI: <https://doi.org/10.31891/PT-2023-1-2>
13. Магдюк О., Рогульська О. Викладання у XXI столітті: місце емоційного інтелекту у процесі викладання у ЗВО. *Молодий вчений*. 2024. № 6 (130). С. 97–103. DOI: <https://doi.org/10.32839/2304-5809/2024-6-130-13>
14. Нежинська О.О., Тименко В.М. Використання коучингу в системі вищої освіти України. *Вісник післядипломної освіти*. 2015. № 15(28). С. 236–245.
15. Підгурська В., Голубовська І. Розвиток емоційного інтелекту здобувачів освіти на уроках мовно-літературної освітньої галузі. *Актуальні питання гуманітарних наук*. 2024. Вип. 72, т. 3. С. 269–275. DOI: <https://doi.org/10.24919/2308-4863/72-3-40>

16. Подофей С.О. Емоційний інтелект особистості й особливості його становлення. *Науковий вісник Херсонського держ. універ-ту. Серія Психологічні науки*. 2019. № 1. С. 260–265.
17. Резунова О. Розвиток емоційного інтелекту здобувачів вищої освіти засобами іноземної мови. *Професійно-прикладні дидактики*. 2025. № 1. С. 97–100. DOI: <https://doi.org/10.37406/2521-6449/2025-1-17>

Oleksandr KOBLYANSKYI, Yevgeny KULIBABA

Vinnitsia National Technical University

FORMING EMOTIONAL INTELLIGENCE IN HIGHER EDUCATION: PEDAGOGICAL MODELS AND TECHNOLOGIES

Abstract. The article highlights the theoretical and methodological foundations and practical aspects of emotional intelligence development in higher education. It substantiates the importance of emotional intelligence as one of the key competencies of a modern specialist, ensuring effective professional activity, social adaptation, the development of empathy, communication skills, and psychological stability. The main pedagogical models of emotional intelligence development (personality-oriented, competence-based, reflective-activity-based, coaching-mentoring, and integrative) are analyzed, which contribute to the harmonious development of the cognitive, emotional, and behavioral components of the professional competence of students. Effective pedagogical technologies (training, interactive, emotionally oriented, coaching, and information and communication) that contribute to the development of applicants' emotional intelligence in the process of their professional training are identified. The prospects for using digital tools (Moodle, Padlet, Mentimeter, Mindly, Reflectly, etc.) to develop students' emotional competence in distance and blended formats have been identified. The need for a systematic approach to the formation of emotional intelligence as an important direction for the modernization of higher education has been substantiated. The prospects for further scientific research have been identified, in particular the development of criteria and tools for diagnosing the level of emotional intelligence of applicants, as well as the creation of methodological recommendations for teachers on the integration of emotional intelligence development technologies into the content of educational components.

Key words: emotional intelligence, professional competence formation, pedagogical models, pedagogical technologies, digital tools, emotional competence, professional training improvement, higher education institutions.

References:

1. Bonesso S., Gerli F., Cortellazzo L. Emotional and Social Intelligence Competencies Awareness and Development for Students' Employability. *New Directions for Teaching and Learning*. 2019. No 160. P. 77–89. DOI: <https://doi.org/10.1002/tl.203668>
2. Dembitska S., Kobylanskyi O., Nahorniak S., Puhach V., Tatarchuk V. Usage of Artificial Intelligence for the Individualization of Learning in the Institutions of Higher Education. In: Auer, M.E., Rüütman, T. (eds) *Futureproofing Engineering Education for Global Responsibility*. ICL 2024. *Lecture Notes in Networks and Systems*, 2025. Vol. 1260. Springer, Cham. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-031-85652-5_21
3. Dembitska S., Kuzmenko O., Savchenko I., Demianenko V., Hanna S. Digitization of the Educational and Scientific Space Based on STEAM Education. In: Auer, M.E., Cukierman, U.R., Vendrell Vidal, E., Tovar Caro, E. (eds) *Towards a Hybrid, Flexible and Socially Engaged Higher Education*. ICL 2023. *Lecture Notes in Networks and Systems*, 2024. Vol. 901. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-031-53022-7_34
4. Goleman D. Emotional intelligence. New York: Bantam Books, 1995. 352 p.
5. Hayashi A., Ewer A. Development of Emotional Intelligence through an Outdoor Leadership Program. *Journal of Outdoor Recreation Education and Leadership*. 2013. No 5(1). P. 3–17. DOI: <https://doi.org/10.7768/1948-5123.1139>
6. Miashtkovska M., Dembitska S., Puhach V., Kobylanska I., Kobylanskyi O. Improving the Efficiency of Students' Independent Work During Blended Learning in Technical Universities. In: Auer, M.E., Cukierman, U.R., Vendrell Vidal, E., Tovar Caro, E. (eds) *Towards a Hybrid, Flexible and Socially Engaged Higher Education*. ICL 2023. *Lecture Notes in Networks and Systems*, 2024. Vol. 899. Springer, Cham. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-031-51979-6_21
7. Nilam N.M.S., Madagamage N.G., Senadheera N.G.D.R. Emotional Intelligence on Organizational Performance with the Moderating Effect of Organizational Culture in the Banking Sector in Sri Lanka: A Systematic Review. *International Journal of Governance and Public Policy Analysis*. 2023. № 4(1). P. 1–10.
8. Oz H., Demirezen M., Pourfeiz J. Emotional intelligence and attitudes towards foreign language learning: Pursuit of relevance and implications. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*. 2015. No. 186. P. 416–423.
9. Puhach V., Dembitska S., Kobylanskyi O., Kobylanska I., Moskovchuk O. Development of Students Support Strategies in Digital Educational Environment by Means of Artificial Intelligence. In: Auer, M. E., Rüütman, T. (eds) *Futureproofing Engineering Education for Global Responsibility*. ICL 2024. *Lecture Notes in Networks and Systems*, 2025. Vol. 1260. Springer, Cham. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-031-85652-5_22
10. Hrynova N.V. Doslidzhennia emotsiinoho intelektu zdobuvachiv vyshchoi osvity z osoblyvymy osvitynymi potrebamy. *Habitus*. 2023. Vyp. 47. S. 56–61. DOI: <https://doi.org/10.32782/2663-5208.2023.47.9>
11. Danylevych L. Rozvytok emotsiinoho intelektu maibutnikh fakhivtsiv metodom kouchynhu. *Vcheni zapysky Universytetu «KROK»*. 2025. № 3(79). S. 488–494. DOI: <https://doi.org/10.31732/2663-2209-2025-79-488-494>
12. Kornienko I., Barchi B. Kontsepsiia rozvytku soft skills ta emotsiinoho intelektu. *Psychology Travelogs*. 2023. № (1). S. 16–26. DOI: <https://doi.org/10.31891/PT-2023-1-2>
13. Mahdiuk O., Rohulska O. Vykladannia u XXI stolitti: mistse emotsiinoho intelektu u protsesi vykladannia u ZVO. *Molodyi vcheni*. 2024. № 6 (130). S. 97–103. DOI: <https://doi.org/10.32839/2304-5809/2024-6-130-13>
14. Nezhyńska O.O., Tymenko V.M. Vykorystannia kouchynhu v systemi vyshchoi osvity Ukrainy. *Visnyk pisliadyploornoj osvity*. 2015. № 15(28). S. 236–245.
15. Pidhurska V., Holubovska I. Rozvytok emotsiinoho intelektu zdobuvachiv osvity na urokakh movno-literaturnoi osvitynoi haluzi. *Aktualni pytannia humanitarnykh nauk*. 2024. Vyp. 72, t. 3. S. 269–275. DOI: <https://doi.org/10.24919/2308-4863/72-3-40>
16. Podofei S.O. Emotsiinyi intelekt osobystosti y osoblyvosti yoho stanovlennia. *Naukovyi visnyk Khersonskoho derzh. univer-tu. Seriya Psykholohichni nauky*. 2019. № 1. S. 260–265.
17. Rezunova O. Rozvytok emotsiinoho intelektu zdobuvachiv vyshchoi osvity zasobamy inozemnoi movy. *Profesiino-prykładni dydaktyky*. 2025. № 1. S. 97–100. DOI: <https://doi.org/10.37406/2521-6449/2025-1-17>

Отримано: 15.09.2025

Вадим МЕНДЕРЕЦЬКИЙ¹, Уляна НЕДІЛЬСЬКА²¹Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка²Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»e-mail: ¹mwadim@ukr.net, ²nedilska13@gmail.comORCID: ¹0000-0002-4175-2220, ²0000-0001-7427-0087

КОНСТРУКТИВНА ГЕОГРАФІЯ ТА ЇЇ РОЗВИТОК В СИСТЕМІ ПРИРОДНИЧО-НАУКОВИХ ДИСЦИПЛІН

Анотація. Стаття присвячена розвитку конструктивної географії як наукового напрямку у системі природничо-наукових дисциплін. Розглядається історія формування конструктивного підходу та його становлення як самостійної галузі географії на прикладі робіт Д. І. Богорада та провідних українських науковців. Показано, що конструктивна географія спрямована на вивчення закономірностей просторово-часової організації природних та антропогенних територіальних систем і використання цих знань для раціонального природокористування, планування та оптимізації природно-господарських комплексів. У статті висвітлено напрямки досліджень конструктивної географії: вивчення природних ресурсів, стихійних явищ, забруднення довкілля, перетворення природного середовища та охорону природи. Показано роль конструктивного методу в побудові теоретичних моделей, формуванні наукових концепцій та прогнозуванні наслідків антропогенного впливу на природні системи. Особлива увага приділяється сучасному стану конструктивної географії в Україні, її трьом ключовим напрямкам: конструктивно-географічна екологія, конструктивне ландшафтознавство та конструктивна антропогеографія. Підкреслюється прикладний характер досліджень, що забезпечує розробку науково обґрунтованих рекомендацій щодо раціонального природокористування та конструювання природно-антропогенних систем у межах сучасних екологічних і соціально-економічних потреб суспільства.

Ключові слова: природничо-наукові дисципліни, конструктивна географія, конструктивний підхід, природні територіальні системи, раціональне природокористування, геоecологія, конструктивне ландшафтознавство, антропогеографія, моделювання геосистем.

Поняття «конструктивний» увійшло до наукового обігу природознавчих дисциплін у середині XIX ст. для позначення явищ або елементів, що становлять основу певної системи чи об'єкта. У цьому контексті науковий підхід вважався конструктивним лише за умови, що він розкривав засоби просторово-часової організації досліджуваного об'єкта. Конструктивна географія є науковим напрямком, який спрямований на дослідження закономірностей просторово-часової організації природних територіальних систем та їх використання для раціонального планування і оптимізації природно-господарських комплексів у природних і антропогенно трансформованих умовах функціонування [5].

Формування конструктивно-географічних ідей та запровадження поняття конструктивного підходу в географічну науку пов'язують із працями видатного вченого XX століття І.П. Герасимова. Починаючи з 1946 року, він започаткував відповідний напрям досліджень, у межах якого обґрунтовувалася необхідність створення нового циклу наукових розробок – від фундаментальних, спрямованих на виявлення закономірностей структури та розвитку геосистем, до прикладних, орієнтованих на реконструкцію й конструювання нових типів геосистем.

У 1970 році на з'їзді Географічного товариства було офіційно проголошено становлення нової наукової галузі – конструктивної географії, а також визначено основні напрями її досліджень. До них віднесено:

- вивчення природних ресурсів – аналіз потреб суспільства, виявлення, оцінка та розроблення принципів їх раціонального використання;
- дослідження стихійних явищ – їх вивчення, прогнозування, оцінка впливу та розроблення заходів захисту;
- проблематика забруднення навколишнього середовища – оцінка антропогенних впливів, визначен-

ня шляхів поширення забруднювачів і формування наукових засад екологічної безпеки;

- перетворення природного середовища з метою оптимізації природокористування та створення сприятливих умов для життя населення;
- охорона природи та організація рекреаційних територій як складова комплексного підходу до раціонального природокористування.

Конструктивно-географічна концепція ґрунтувалася на положенні, що природничі науки повинні не лише описувати стан природи та суспільства, але й формувати наукові засади раціонального природокористування, здійснювати прогнозування змін у навколишньому середовищі та забезпечувати наукове обґрунтування планування господарського розвитку територій.

Науковці того періоду усвідомлювали, що конструктивний напрям потребує подальшого теоретичного вдосконалення, насамперед у межах комплексної фізичної географії, яка має бути піднята на якісно новий рівень і базуватись на цілісному, системному підході до вивчення географічних об'єктів і процесів [1].

Наприкінці XX століття були сформульовані основні напрями конструктивно-географічних досліджень, серед яких [2]:

- розроблення теоретичних і методичних засад наукового прогнозування наслідків антропогенного впливу на природне середовище;
- створення загальної теорії цілеспрямованого перетворення природних систем та формування регіональних конструктивних моделей їх оптимізації;
- проектування науково обґрунтованих територіальних систем раціональної організації природокористування й побудова оптимальних моделей (конструкцій) на основі дослідження кругообігу енергії та речовини, визначення їхніх балансів і прогнозування подальшого функціонування цих систем.

Згодом до складу конструктивного ландшафтознавства, що становить наукову основу конструктивної географії, було включено дослідження природних ресурсів, природно-технічних систем та сільськогосподарських ландшафтів. У цей період визначені основні поняття дисципліни, розроблено схеми структури природничих наук і конструктивної географії, побудовано моделі природних систем, сформульовано закони й закономірності конструктивних досліджень у контексті системного аналізу.

Конструктивний метод на той час уже мав значні напрацювання в математичних науках. У межах цього підходу існування конструктивного об'єкта вважалося доведеним лише за умови демонстрації способу його потенційної побудови, тобто механізму, який забезпечує реалізацію просторово-часової організації об'єкта. Наукові засади конструктивного підходу були сформульовані представниками математичної школи – Л.Я. Брауером, А. Гейтингом, А.М. Колмогоровим, А. Марковим та П. Лоренцем. У межах їхніх досліджень існування конструктивного об'єкта визнавалося доведеним лише за умови демонстрації способу його потенційного створення або представлення моделі, яка відображає просторово-часову організацію досліджуваного об'єкта.

У 1965 році український географ Д.І. Богорад опублікував монографію «Конструктивна географія району», присвячену проблематиці конструктивної географії – напрямку, орієнтованого на наукове обґрунтування раціонального перетворення та розвитку природних і господарських комплексів, а також просторової організації населення регіонів у тісному зв'язку з географічним прогнозуванням. Праця мала прикладний характер і зосереджувалася на використанні регіональних особливостей для розв'язання практичних завдань територіального розвитку.

Якщо вважати, що становлення конструктивно-географічних досліджень розпочалося зі створення модельних схем, які відображали взаємозв'язки між людиною та природою, то початковий етап цього процесу на території України припадає на межу XIX–XX століть. Зародження зазначеного напрямку пов'язується з науковою діяльністю провідних українських географів – Степана Рудницького, Павла Тутковського, Костянтина Воблого, Георгія Висоцького, Антіна Синівського, Володимира Кубійовича, Валентина Садовського, Володимира Тимошенка, Володимира Гриневича, Олени Степанів та Іоанія Шимоновича, а також Івана Фещенка-Чопівського, чії праці заклали теоретико-методологічні передумови формування конструктивної географії в Україні. У 20-х роках минулого століття академік В.І. Вернадський сформулював концептуальні засади конструктивних природничо-наукових досліджень проблем раціонального природокористування, які ґрунтувалися на таких ключових положеннях:

- природні ресурси, що перебувають у розпорядженні людства, мають обмежений характер;
- одне з найважливіших завдань науки полягає у всебічному пізнанні національних природних багатств і усвідомленні їхньої цінності;
- освоєння природних продуктивних сил є визначальною складовою розвитку культурного суспільства;
- матеріальне багатство держави може бути розглянуто як поєднання двох взаємопов'язаних, проте

відносно самостійних компонентів: а) природних сил і ресурсів території, що перебуває у її розпорядженні; б) людського потенціалу населення, яке цю територію заселяє;

- природні продуктивні сили країни становлять потенційну енергію, що визначає можливості та напрямки її соціально-економічного розвитку [3].

В.І. Вернадський наголошував на необхідності двохаспектного підходу до пізнання потенційних природних продуктивних сил. З одного боку, йдеться про наукові знання, накопичені та систематизовані в наукових установах і доступні фахівцям; з іншого – про емпіричні знання, що зберігаються у народному середовищі. Учений підкреслював, що суспільство повинно усвідомлювати неможливість скорочення витрат на дослідження природних продуктивних сил, оскільки головною метою державної політики має бути всебічне оволодіння силами природи в інтересах усього людства [1].

У першій половині XX століття українськими науковцями було започатковано низку концепцій комплексного характеру, які охоплювали загальні тенденції розвитку, раціонального освоєння природних продуктивних сил:

- концепція рівноцінності складових природних продуктивних сил, їх взаємозв'язку з навколишніми природними системами та безперервного розвитку у просторі й часі (С.Л. Рудницький, П.А. Тутковський);
- концепція допустимих меж антропогенних змін у природі, що визначають обмеження втручання людини відповідно до природних закономірностей (М.Г. Холодний);
- концепція природозберігаючого освоєння природних продуктивних сил (Є.В. Опоков, П.С. Погребняк, Д.М. Соболев);
- концепція допустимих меж цілеспрямованого перетворення природних продуктивних сил (Д.І. Богорад, А.С. Синівський);
- концепція природних продуктивних сил Землі як прояву єдиного космічного процесу та закономірної нерозривності людської культури з іншими формами життя природи (А.М. Краснов);
- концепція періодичності всесвітньо-історичного процесу, що враховує вплив сонячної активності на суспільну поведінку (О.І. Чижевський);
- концепція збереження генетичного фонду (П.К. Козлов);
- концепція пріоритетності суспільних витрат на освоєння та раціональне використання продуктивних сил (В.І. Вернадський);
- концепція формування природоохоронних знань та екологічного світогляду (І.А. Фещенко-Чопівський).

Сучасні конструктивно-географічні дослідження в Україні пов'язані з діяльністю таких відомих науковців, як О.М. Маринич, П.Г. Шищенко, Г.І. Швебс, Л.Г. Руденко та інших [1]. Вони обґрунтовують необхідність покладання географічних досліджень у основу реалізації завдань природокористування, що передбачає:

- розгляд природокористування як ключової складової взаємодії суспільства та природи;
- аналіз і картографування природних систем не лише за окремими компонентами та ресурсами, а й

за сукупностями, тобто територіальними поєднаннями;

- дослідження природно-територіальних комплексів та природних процесів із урахуванням антропогенних факторів;
- розроблення наукових засад раціонального природокористування, географічного прогнозування та заходів запобігання негативним екологічним наслідкам.

Сучасне тлумачення конструктивної географії українськими науковцями визначає її як напрям географічних досліджень, спрямований на виявлення нових можливостей цілеспрямованого конструювання природного середовища з метою розвитку продуктивних сил та оптимізації взаємодії суспільства й природи в умовах науково-технічної революції [3].

Конструктивний підхід передбачає: розроблення методів і засобів для вирішення географічних завдань; створення теоретичних моделей та формування наукових концепцій, що відображають закономірності функціонування природно-антропогенних систем; участь у науковому обґрунтуванні народногосподарських проектів; а також вироблення прогнозів щодо можливих критичних екологічних і соціально-природних ситуацій.

В Україні цей науковий напрям базується на конструктивному підході до вивчення природних територіальних систем і спирається на екологічні наукові досягнення та відповідні методи як методологічну основу. Конструктивна географія розглядається як науковий напрям, спрямований на обґрунтування засобів цілеспрямованого конструювання географічного середовища з метою розвитку продуктивних сил, задоволення суспільних потреб та оптимізації взаємодії суспільства й природи. Українські дослідники підкреслюють, що сучасне головне завдання природничих наук полягає у всебічному конструюванні природного середовища для розв'язання різноманітних практичних завдань на основі вивчення закономірностей організації територіальних формувань. Науковцям вдалося подолати кризовий стан конструктивно-географічних досліджень. Вони чітко окреслили об'єкт вивчення – усі різновиди природних та антропогенних територіальних систем – та визначили методологічну основу досліджень як комплекс різноманітних географічних конструкцій.

На сучасному етапі в Україні діяльність у сфері конструктивних природничо-наукових досліджень представлена експериментально-теоретичними роботами (М.Д. Гродзинський, В.С. Петлін), а також прикладними дослідженнями антропогенного навантаження на природні системи, проведенням геоecологічної експертизи та дослідженнями урболандшафтознавства (Г.І. Денисик, К.А. Позаченюк, О.М. Дмитрук) [1].

У природничих науках конструктивний підхід розглядається як метод формування теоретичних положень, що найчастіше реалізується через графічні, математичні або описові моделі, і спрямований на вивчення активної дії людини в природі та процесів, забезпечуючих її практичну реалізацію. Такий підхід передбачає інтеграцію всіх аспектів діяльності в єдину систему та їх взаємозв'язок, а також необхідність чіткого визначення закономірностей будови, структури та динаміки природних територіальних комплексів. Це дозволяє ви-

діляти елементи та взаємозв'язки, що становлять основу виконання конкретних цілеспрямованих завдань і забезпечують досягнення поставлених цілей.

Термін «конструктивний» передусім означає спрямованість на доцільність і врахування в системі «природа–людина» інтересів обох сторін. У цьому сенсі він близький до концепції раціонального природокористування, проте не тотожний їй, оскільки конструктивні елементи присутні в усіх складових природокористування як цілісної системи діяльності. У конструктивних дослідженнях основний акцент робиться не лише на природоохоронній діяльності; проте природоохоронний імператив – беззаперечна й категорична вимога – органічно присутній у конструктивному підході. Цей імператив найбільш наочно проявляється через різноманітні модельні узагальнення, що відображають системну організацію природоантропогенних процесів.

Сьогодні достатньо детально вивчені компоненти та системно-структурні елементи природного й техногенно-суспільного блоків у складній взаємодії людства з природним середовищем. Розроблені методи дозволяють оцінювати та прогнозувати наслідки їх просторово-часового взаємного впливу. Водночас закономірності функціонування інтегрованих антропогенно-природних систем виявилися значно складнішими, ніж очікувалося, що свідчить про необхідність застосування принципово нових, якісно відмінних підходів. Перш за все, ці підходи повинні мати конструктивний характер. Оскільки природничі науки досліджують надзвичайно широкий спектр природних, антропогенно модифікованих і антропогенних об'єктів, саме вони стали вихідною платформою, з якої конструктивний підхід поширився на більшість наукових і прикладних сфер людської діяльності. Сучасне тлумачення терміну «конструктивний» виходить за межі просто практичного значення і передбачає раціонально організовану діяльність, побудовану за певною схемою та представлену у вигляді конкретних моделей [3].

Закономірності функціонування інтегрованих антропогенно-природних систем виявилися значно складнішими, ніж очікувалося, що свідчить про потребу застосування принципово нових, якісно відмінних підходів, які перш за все повинні бути конструктивними. Поштовхом до широкого впровадження конструктивних досліджень у природничі науки стала потреба розробки наукових засад раціонального природокористування (Ю.М. Куражковський). У цих дослідженнях аналізувалася сукупність усіх форм використання природних ресурсів для задоволення економічних, культурно-оздоровчих та інших потреб сучасного та майбутніх поколінь з урахуванням близьких і віддалених наслідків змін довкілля під впливом господарської діяльності.

Середина ХХ століття відзначалася високим ризиком реалізації масштабних проектів перетворення природи, таких як перенаправлення північних річок Євразії на південь, широкомасштабне освоєння пустельних регіонів, будівництво великих гідроелектростанцій та інших подібних проектів. Більшість таких проектів залишилися на рівні концептуальних розробок та ілюстрацій непродуманого втручання людини у природне середовище. Водночас позитивним результатом цього періоду стало активне застосування конструктивних підходів для вирішення актуальних «земних» проблем.

Відсутність чіткого розмежування між конструктивними та прикладними природничо-науковими дослідженнями призвела до занепаду суто конструктивних напрацювань у наукових установах колишнього Радянського Союзу. Новий етап розвитку конструктивних природничо-наукових досліджень в Україні розпочався завдяки працям таких географів, як П.Г. Шищенко, О.М. Маринич, Г.І. Швебс, Г.І. Денисик, К.А. Позаченюк та інших. Цей етап характеризується широким спектром досліджень у сфері меліорації, містобудування, агро- та техноосвоєння територій, а також проведенням геоекологічних експертиз.

Поступово конструктивно-географічні дослідження повертаються до вихідних засад класичного конструктивного методу, при цьому застосування саме цього методу стає визначальним критерієм віднесення географічних напрацювань до конструктивних. Від часів О. Гумбольдта концепція єдності всіх складових отримала природничо-наукове тлумачення як взаємодія усіх компонентів системи. У конструктивно-наукових розробках ці парадигми поєднувалися для вирішення широкого спектра практично орієнтованих завдань: перша акцентувалася на окремих частинах системи, друга – на їхній цілісній системній взаємодії.

При розробленні проблем відновлення територій особлива увага приділялася скрупульозному вивченню фітокомпонентів на тлі реальних територіальних утворень, організованих взаємодією інших компонентів. Попередній досвід природоохоронної діяльності засвідчив одну ключову обставину: необхідне радикальне переосмислення підходів до цієї критично важливої суспільної діяльності, зокрема в науковій сфері [4]. Безсумнівно, що жодна законодавча база, якою б прогресивною та гуманною вона не була, не здатна ефективно вирішити критично важливу проблему подолання екологічних криз – від локального до глобального масштабу – без належного наукового підґрунтя.

На сучасному етапі розвитку дослідження закономірностей просторово-часової організації природних територіальних систем (геосистем) різних рангів можна розглядати як невід'ємну частину конструктивної географії, оскільки вони утворюють її методологічний та теоретичний базис. Усі проблеми, що виникають у процесі природокористування, належать до сфери екологічних завдань і можуть бути вирішені в рамках екологічної парадигми, яка розглядає об'єкт дослідження не як окрему особину, популяцію або угруповання, а як цілісну екосистему.

Розробка конструктивних рекомендацій щодо раціонального природокористування в межах конкретних природно-господарських регіонів становить суть геоекологічного підходу до аналізу проблем природокористування. Сьогодні геоекологічний підхід часто розглядається як конструктивно-географічний, що впливає з практичної спрямованості та прикладного характеру сучасних природничих досліджень. Це вимагає не лише наукового аналізу, а й прогнозування змін екологічного стану території внаслідок функціонування господарських систем на її площі, а також розробки рекомендацій щодо оптимізації природокористування.

На сучасному етапі спостерігається підвищення вимог до розв'язання проблем природокористування, що зумовлює актуальність трьох ключових напрямів досліджень. Перший напрям представлений

конструктивно-географічною екологією – науковою областю, що досліджує взаємозалежність природних систем як об'єктів екологічного аналізу та навколишнього середовища, представленого різноманітними природно-господарськими територіальними системами, які функціонують як механізми їх просторово-часової організації. Другий напрям – конструктивне ландшафтознавство [3], що вивчає конструктивні засади планування ландшафтно-господарських територіальних систем на основі закономірностей їх просторово-часової організації.

Конструктивне ландшафтознавство є напрямком ландшафтознавчої науки, який охоплює не лише дослідження природних ландшафтів та їх взаємодій, а й зосереджується на їх цілеспрямованому перетворенні, оптимізації та створенні нових, людино-орієнтованих ландшафтів, здатних задовольняти соціальні, економічні та екологічні потреби суспільства.

Третій напрям представлений конструктивною антропогеографією, в рамках якої головним об'єктом дослідження виступає людина разом із її функціонально-територіальним середовищем, що може бути природним, природно-антропогенним, техногенним або суспільно-економічним. Антропогеографія, як синонім людської або суспільної географії, вивчає взаємодію людини з навколишнім середовищем, закономірності розселення та розміщення виробничих об'єктів, а також умови їх розвитку в різних регіонах Землі [5]. Цей розділ географії розглядає людське існування з урахуванням комплексного впливу природних, соціальних, економічних та екологічних чинників.

Список використаних джерел:

1. Мендерецький В.В., Недільська У.І. Історичні аспекти сучасних наукових проблем географії. *Збірник наукових праць КПНУ ім. Івана Огієнка. Серія педагогічна*. Кам'янець-Подільський: КПНУ ім. Івана Огієнка, 2024. Вип. 30. С. 16–20.
2. Методика навчання географії в закладах освіти: навчально-методичний посібник [Електронний ресурс] / Мендерецький В.В., Касіяник І.П., Гарбар В.В., Матуз О.В. Кам'янець-Подільський: Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, 2025. 326 с. URL: <http://elar.kpnu.edu.ua/xmlui/handle/123456789/9126>
3. Петлін В.М. Конструктивна географія. Львів: Видавничий центр ЛНУ ім. Івана Франка, 2010. 543 с.
4. Дмитрук О.Ю. Урбанізовані ландшафти: теоретичні та методичні основи конструктивно-географічного дослідження. Київ: ВГЛ Обрій, 2004. 240 с.
5. Фесюк В.О. Конструктивно-географічні засади формування екологічного стану великих міст Північно-Західної України. Луцьк: Волинська друку, 2008. 344 с.

Vadim MENDERETSKYI¹, Ulyana NEDILSKA²

¹Kamianets-Podilskyi Ivan Ohienko National University,
²Higher Education Institution «Podilskyi State University»

CONSTRUCTIVE GEOGRAPHY AND ITS DEVELOPMENT IN THE SYSTEM OF NATURAL SCIENCE DISCIPLINES

Abstract. The article is devoted to the development of constructive geography as a scientific direction in the system of natural science disciplines. The history of the formation of the constructive approach and its emergence as an independent branch of geography is considered on the example of the works of D. I. Bogorad and leading

Ukrainian scientists. It is shown that constructive geography is aimed at studying the regularities of the spatio-temporal organization of natural and anthropogenic territorial systems and using this knowledge for rational nature management, planning and optimization of natural and economic complexes. The article highlights the areas of research in constructive geography: the study of natural resources, natural phenomena, environmental pollution, transformation of the natural environment and nature protection. The role of the constructive method in building theoretical models, forming scientific concepts and predicting the consequences of anthropogenic impact on natural systems is shown. Special attention is paid to the current state of constructive geography in Ukraine, its three key areas: constructive geographical ecology, constructive landscape science and constructive anthropogeography. The applied nature of the research is emphasized, which ensures the development of scientifically based recommendations for rational use of nature and the design of natural and anthropogenic systems within the framework of modern environmental and socio-economic needs of society.

Key words: natural science disciplines, constructive geography, constructive approach, natural territorial systems, rational nature management, geoecology, con-

structive landscape science, anthropogeography, geosystems modelling.

References:

1. Menderetskyi V.V., Nedilska U.I. Istorychni aspekty suchasnykh naukovykh problem heohrafi. *Zbirnyk naukovykh prats KPNU im. Ivana Ohienka. Seriya pedahohichna*. Kamianets-Podilskyi: KPNU im. Ivana Ohienka, 2024. Vyp. 30. S. 16–20.
2. Metodyka navchannia heohrafi v zakladykh osvity: navchalno-metodychnyi posibnyk [Elektronnyi resurs] / Menderetskyi V.V., Kasianyk I.P., Harbar V.V., Matuz O.V. Kamianets-Podilskyi: Kamianets-Podilskyi natsionalnyi universytet imeni Ivana Ohienka, 2025. 326 s. URL: <http://elar.kpnu.edu.ua/xmlui/handle/123456789/9126>
3. Petlin V.M. Konstruktyvna heohrafiia. Lviv: Vydavnychi tsentr LNU im. Ivana Franka, 2010. 543 s.
4. Dmytruk O.Yu. Urbanizovani landshafy: teoretychni ta metodychni osnovy konstruktyvno-heohrafichnoho doslidzhennia. Kyiv: VHL Obrii, 2004. 240 s.
5. Fesiuk V.O. Konstruktyvno-heohrafichni. zasady formuvannia ekolohichnoho stanu velykykh mist Pivnichno-Zakhidnoi Ukrainy. Luts: Volynska druk, 2008. 344 s.

Отримано: 19.09.2025

УДК 37.013.42:004.8:005.92

DOI: 10.32626/2307-4507.2025-31.53-57

Магдалина ОПАЧКО

Державний вищий навчальний заклад «Ужгородський національний університет»

e-mail: magdaopachko@gmail.com; ORCID: 0000-0003-0494-6883

КІБЕРНЕТИКА УПРАВЛІННЯ П.С. АТАМАНЧУКА ТА ДИДАКТИЧНИЙ МЕНЕДЖМЕНТ М.В. ОПАЧКО: СИНЕРГІЯ НАУКОВИХ ПІДХОДІВ

Анотація. У статті здійснено порівняльний аналіз двох наукових підходів до управління навчально-пізнавальною діяльністю: теорії управління П.С. Атаманчука та концепції дидактичного менеджменту М.В. Опачко. Доведено, що ці підходи не є антагоністичними, а взаємодоповнюють один одного, акцентуючи увагу на різних аспектах реалізації управлінської функції в освіті. Теорія управління пропонує технологічний механізм забезпечення якості навчального процесу, тоді як дидактичний менеджмент орієнтований на формування управлінської компетентності педагога як суб'єкта освітнього впливу. Обґрунтовано перспективність синтезу обох концепцій для розвитку наукової дидактики, зокрема в контексті переходу до компетентнісно орієнтованої освіти. Такий інтегративний підхід дозволяє поєднати класичні дидактичні знання з сучасними управлінськими технологіями, що є актуальним для підготовки педагогів нового покоління.

Ключові слова: управління, дидактичний менеджмент, компетентність, педагог, навчання, освітній процес, дидактика, якість освіти

Постановка проблеми. Сучасна освітня парадигма вимагає переходу від інформаційно-репродуктивного навчання до цілеспрямованого управління процесами формування компетентностей та розвитку особистості. Виникає необхідність інтеграції принципів класичної дидактики та теорії менеджменту для забезпечення прогнозованої якості результату. У цьому контексті актуальною є наукова дискусія щодо розмежування та взаємозв'язку понять «управління навчанням» та «дидактичний менеджмент».

Наукові підходи П.С. Атаманчука та М.В. Опачко, хоча й різні за методологічними акцентами, об'єднують спільне прагнення до оптимізації управління навчально-пізнавальною діяльністю через формування компетентнісно-орієнтованого освітнього середовища. Перший акцентує увагу на внутрішніх механізмах пізнання та саморегуляції, другий – на системному управлінні освітнім процесом і розвитку особистості учня. Обидва підходи є

важливими для модернізації професійної підготовки педагогів у контексті сучасних викликів освіти.

Порівняння цих підходів дозволяє не лише виявити спільні методологічні засади, а й окреслити перспективи синтезу раціонального та гуманістичного в управлінні навчанням. Це сприяє формуванню нової дидактичної рамки, здатної поєднувати індивідуалізацію освітнього процесу з системною керованістю, що є критично важливим для підготовки педагогів у контексті компетентнісного та контекстного навчання. Такий аналіз відкриває можливості для розробки гнучких моделей управління, адаптованих до сучасних викликів освіти, зокрема в STEM-середовищах, і закладає підґрунтя для подальших досліджень у галузі дидактики, освітнього менеджменту та педагогічної інноватики.

Аналіз досліджень і публікацій. Проблема управління навчально-пізнавальною діяльністю багатоаспектна, тому широко представлена в педаго-

гічних, психологічних і філософських дослідженнях. Результати наукових пошуків і досліджень П.С. Атаманчука та узагальнення змісту численних публікацій засвідчують факт існування науково обґрунтованої концепції (теорії) навчання студента (учня) [1-5]. Автором розроблено дидактичну модель управління, що базується на когнітивних і емоційно-ціннісних засадах, а також на системі цілей-еталонів, які охоплюють змістовий, діяльнісний і особистісний компоненти процесу пізнання. У межах цієї концепції управління навчанням розглядається як механізм формування інтелектуального, світоглядного та компетентнісного потенціалу особистості, що поступово переходить у площину саморегульованого навчання.

З іншого боку, наявність дисертаційного дослідження М.В. Опачко [6-12] засвідчує актуалізацію проблеми управління навчанням у контексті гуманістичної освітньої парадигми. Авторка пропонує концепцію дидактичного менеджменту як системи управління розвитком особистості учня засобами навчальної дисципліни. У межах цієї системи управління навчанням трактується як інтегративна діяльність педагога, що охоплює проектування, організацію, моделювання, діагностику та самотенеджмент. Особливу увагу приділено формуванню готовності майбутнього вчителя фізики до управлінської діяльності в освітньому середовищі, що передбачає володіння проєктивними, прогностичними, комунікативними та діагностичними компетентностями.

Мета дослідження полягала у здійсненні порівняльного аналізу ключових положень наукових підходів П.С. Атаманчука (теорія і методика управління діяльністю/компетентностями) та М.В. Опачко (концепція дидактичного менеджменту) з метою виявлення їхніх відмінностей, подібностей та окреслення перспектив розвитку наукової дидактики.

Виклад основного матеріалу. Наукова школа П.С. Атаманчука базується на системно-кібернетичному підході до управління навчально-пізнавальною діяльністю, що ґрунтується на теорії і методиці управління навчальним процесом. Від початкового фокусу на управлінні діяльністю учнів у процесі навчання фізики концепція еволюціонувала до управління формуванням професійних компетентностей майбутніх педагогів.

Ключовим поняттям виступає «управління» як цілеспрямований вплив суб'єкта на об'єкт з метою досягнення прогнозованого результату. У межах цієї парадигми дидактика розглядається наука про оптимізацію та закономірності організації, контролю, управління такою навчально-пізнавальною діяльністю, предмет котрої співвідноситься з процесами задання корисних установок, прогнозованої міри обізнаності, власної системи цінностей, професійного компетентнісного та світоглядного досвіду. Особливу увагу приділено кібернетичній природі управління, де контроль і діагностика виступають елементами зворотного зв'язку, а освітній стандарт – як модель прогнозованого результату.

Основними умовами управління є прогноз (модель) фізичної освіти та адекватне їй навчальне середовище. Кінцевою метою є досягнення прогнозованих (когнітивних, світоглядних, ціннісно-нормативних) цілей.

На протипагу технологічному підходу, концепція дидактичного менеджменту, розроблена М.В. Опачко,

акцентує увагу на суб'єкті управління: педагог як носій інтегративної професійної компетентності. Дидактичний менеджмент визначається як системне управління навчально-пізнавальною діяльністю учнів, що реалізується через підготовку педагога-менеджера.

Концепція виходить із засад дидактичного менеджменту як окремої системи, орієнтованої на підготовку педагога. Ключове визначення дидактичного менеджменту (ДМ): ДМ – це системне управління педагогом навчально-пізнавальною діяльністю учнів. ДМ – це інтегративна система, що ґрунтується на знаннях принципів класичної дидактики, основних принципів теорії менеджменту, професійної педагогічної компетентності та інтегративних якостях індивідуальності вчителя.

Основний фокус (Суб'єкт): Науковий підхід зосереджений на теоретико-методичних засадах підготовки майбутніх учителів з дидактичного менеджменту. Підготовка полягає у засвоєнні студентами системи знань про управління розвитком особистості учня та виробленні досвіду проєктування методичної системи управління навчанням.

Зміст та структура ДМ (Модулі): Зміст ДМ представлено динамічними інформаційно-діяльнісними модулями, що підкреслює його системність:

1. Проєктування методичної системи.
2. Організація та управління у дидактичному процесі.
3. Моделювання дидактичної взаємодії.
4. Діагностування ефективності реалізації методичної системи.

Ця концепція інтегрує знання з класичної дидактики, теорії менеджменту та педагогічної психології, формуючи цілісну систему, яка включає проєктування методичної системи, організацію дидактичного середовища та моделювання дидактичної взаємодії, а також діагностику її ефективності. Особливу роль відіграє діагностика як сформована компетентність педагога, що передбачає володіння критеріально-діагностичним апаратом і здатністю до конструювання тестових завдань.

Порівняння обох підходів систематизує та узагальнює їх характеристики та робить їх доступнішими для сприйняття і осмислення через візуалізацію (див. *табл. 1*).

Концепція управління розробила технологічний та дидактичний механізм для безпосередньої реалізації управлінського впливу в освітньому процесі (прогнозування, контроль, регулювання).

Концепція дидактичного менеджменту запропонувала системно-методичну базу для формування самого суб'єкта управління (педагога-менеджера), розглядаючи ДМ як необхідну професійну компетентність.

Обидва підходи – управлінський і менеджерський – мають спільну мету: забезпечення прогнозованої якості освітнього результату. Вони використовують управлінську метафору для опису навчального процесу, відходячи від традиційної моделі «передачі знань». Однак їхні акценти суттєво різняться.

Дидактичний менеджмент є специфічною, інтегрованою формою управління, яка дозволяє педагогу не просто інтуїтивно керувати, а системно проєктувати, організовувати, моделювати та діагностувати процес навчання (згідно з модулями ДМ). Таким чином, дидактичний менеджмент може розглядатися як

Порівняння концепції управління (Атаманчук П.С.) та дидактичного менеджменту (Опачко М.В.)

Критерій	Атаманчук П. С. (Управління)	Опачко М. В. (Дидактичний менеджмент)
Ключове поняття	Управління (більш широке, загальнонаукове поняття).	Дидактичний менеджмент (специфічне, акцентує на економіко-управлінських принципах).
Природа процесу	Кібернетична, технологічна, лінійна	Компетентнісна, особистісно-професійна система, нелінійна
Методологія	Системно-діяльнісний підхід (з кібернетичним акцентом)	Компетентнісний, системний та інтегративний підходи
Теоретична база	Переважає педагогіка, кібернетика, теорія управління.	Теорія управління, менеджмент, дидактика (інтеграція управлінського досвіду в освітню сферу).
Фокус впливу	На об'єкті (діяльність/компетентності учнів/студентів).	На суб'єкті (підготовка педагога-менеджера) та системі підготовки.
Глибина процесу	Опис як керувати процесом навчання/розвитку.	Опис що має знати і вміти педагог-менеджер, щоб керувати розвитком систематично.
Роль педагога	Реалізатор управлінського впливу	Педагог-менеджер, керівник розвитку
Діагностика	Елемент кібернетичного підходу	Компетентність педагога
Сфера застосування	Застосовується безпосередньо в навчально-пізнавальному процесі.	Застосовується в системі підготовки педагогічних кадрів та освітньому процесі.

компетентнісна основа для управління навчанням, що відповідає вимогам інтеграції класичних дидактичних знань із сучасними управлінськими технологіями.

Методологічний рівень є ключовим для розуміння глибинних відмінностей між концепціями управління та дидактичного менеджменту. Саме тут виявляються не лише різні наукові традиції, а й різні філософські орієнтири, що визначають логіку побудови освітнього процесу.

Методологічно підхід П.С. Атаманчука спирається на системно-діяльнісний принцип з кібернетичним акцентом, де управління є циклічним процесом, що включає прогноз, дію, контроль і корекцію. Цей підхід вирізняється чіткою опорою на загальнонаукову методологію, зокрема на принципи оптимізації та управління якістю. Результативність навчання розглядається як об'єкт наукового аналізу, що підлягає системному контролю, регулюванню та корекції. Освітній процес тут постає як технологічна система, в якій кожен етап – від прогнозу до оцінки – має бути науково обґрунтованим. Особливістю цього підходу є апеляція до категорії *менеджменту якості*, яка застосовується не лише до загальної дидактики, а й до предметної. Це дозволяє розглядати дидактику як інструмент забезпечення прогнозованої якості освітнього результату, що відповідає стандартам ISO та іншим нормативним рамкам.

Натомість концепція дидактичного менеджменту базується на системно-компетентнісному підході, де управління розглядається як інтегративна професійна діяльність педагога.

Це дозволяє говорити про різні рівні реалізації управлінської функції: макро- та мезорівень – у концепції управління, мікро- та метарівень – у концепції дидактичного менеджменту.

Концепція дидактичного менеджменту М. В. Опачко базується на теоретико-філософському аналізі. Сутність поняття «дидактичний менеджмент» розкривається через порівняння з іншими управлінськими категоріями, виявленням спільного та відмінного, а також через осмислення його ролі у формуванні професійної ідентичності педагога.

Цей підхід не зводиться до технологічного управління, а прагне осмислити ціннісні, особистісні та інтегративні аспекти педагогічної діяльності.

ті. Застосування програмно-цільового підходу до засвоєння змісту дидактичного менеджменту підкреслює орієнтацію на запланований результат – не лише у знаннях, а й у сформованості управлінської компетентності.

Таким чином, методологія М.В. Опачко є особистісно-орієнтованою, вона не лише описує, а й формує суб'єкта управління – педагога-менеджера, здатного до системного проектування, організації та діагностики навчального процесу.

Порівняльний аналіз свідчить, що обидві концепції не суперечать одна одній, а навпаки – доповнюють. Управління забезпечує технологічну карту освітнього процесу, тоді як дидактичний менеджмент формує профіль педагога-менеджера, здатного реалізувати цю карту системно та компетентно.

Синтез цих підходів відкриває перспективу створення нових дидактичних технологій, які поєднують класичні знання з сучасними управлінськими принципами. Це дозволяє перейти від інтуїтивного управління до системного проектування, організації, моделювання та діагностики навчального процесу.

Проведений аналіз концепцій управління та дидактичного менеджменту відкриває широке поле для подальших наукових пошуків. Насамперед, перспективним є розроблення інтегрованої моделі дидактичного управління, яка поєднуватиме технологічну точність кібернетичного підходу з системно-компетентнісною глибиною менеджерської парадигми. Можливими напрямками досліджень можуть стати:

- Створення професійного стандарту педагога-менеджера, що включатиме структуровану модель управлінської компетентності, засоби її формування та діагностики.

- Розробка дидактичних технологій управління, які базуються на прогнозуванні, моделюванні та діагностуванні навчального процесу, адаптованих до різних освітніх рівнів.

- Аналіз ефективності впровадження дидактичного менеджменту у підготовку педагогічних кадрів, зокрема в контексті STEM-освіти та міждисциплінарних програм.

- Уточнення методологічних засад синтезу управління і менеджменту в дидактиці, з урахуван-

ням сучасних викликів цифровізації, персоналізації та етичної відповідальності педагога.

– Порівняльні дослідження міжнародного досвіду застосування управлінських підходів у дидактиці, що дозволить адаптувати найкращі практики до національного контексту.

Висновки. Наукова школа П.С. Атаманчука заклала фундамент технологічного управління навчально-пізнавальною діяльністю, тоді як концепція М.В. Опачко сформувала системну модель підготовки педагога-менеджера. Обидва підходи є вагомим внеском у розвиток наукової дидактики, і їхнє поєднання відкриває нові горизонти для формування професійного стандарту сучасного педагога.

Перспективи подальших досліджень полягають в уточненні парадигмальних меж між управлінням як загальнонауковою функцією та дидактичним менеджментом як професійно-орієнтованою системою. Це дозволить не лише поглибити теоретичне розуміння, а й створити практичні інструменти для підвищення якості освітнього процесу.

Список використаних джерел:

1. Атаманчук П.С. Теорія і методика управління пізнавальною діяльністю старшокласників у навчанні фізики: автореф. ... дис. д. пед. н.: 13.00.02 – теорія і методика навчання фізики. Київ: НПУ ім. М.П. Драгоманова, 2000. 30 с.
2. Атаманчук П.С. Інноваційні технології управління навчанням фізики: монографія. Кам'янець-Подільський: К-ПДП, 1999. 172 с.
3. Атаманчук П.С., Панчук О.П. Дидактичні основи формування фізико-технологічних компетентностей учнів: монографія. Кам'янець-Подільський: К-ПНУ, 2011. 252 с.
4. Атаманчук П.С. Концептуальні основи професійного становлення майбутнього учителя фізико-технологічного профілю. *Наукові записки. Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти*. Кіровоград: РВВ КДПУ ім. В. Винниченка. 2016. Вип. 9 (II). С. 238–245. URL: <https://phm.cuspu.edu.ua/ojs/index.php/NZ-PMFMTO/issue/view/33>
5. Атаманчук П.С., Форкун Н.В. Інновації в управлінні навчально-пізнавальною діяльністю учнів з фізики. *Наукові записки. Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти*. Кропивницький: РВВ КДПУ ім. В. Винниченка. 2017. Вип. 11 (II). С. 62–71. URL: <https://phm.cuspu.edu.ua/ojs/index.php/NZ-PMFMTO/issue/view/37/showToc>
6. Опачко М.В. Дидактичний менеджмент у методичній підготовці сучасного вчителя фізики: монографія. Ужгород: РІК-У, 2017. 350 с.
7. Опачко М.В. Теоретико-методичні засади підготовки майбутніх учителів фізики з дидактичного менеджменту: автореф. дис. д. пед. н.: 13.00.04 – теорія і методика професійної освіти. Київ: НПУ ім. М.П. Драгоманова, 2018. 44 с.
8. Опачко М.В. Діагностування готовності магістрів-фізиків освітнього напрямку підготовки з дидактичного менеджменту. *Науковий вісник УжНУ. Серія Педагогіка. Соціальна робота*. 2018. Вип. 1 (42). С. 168–172. URL: <https://journals.indexcopernicus.com/search/details?id=46392>
9. Опачко М.В. Особистісно-діяльнісний підхід у підготовці майбутнього вчителя фізики з дидактичного менеджменту. *Науковий вісник УжНУ. Серія Педагогіка*.

Соціальна робота. 2018. Вип. 2 (43). С. 196–200. DOI: <https://doi.org/10.24144/2524-0609.2018.43.196-200>

10. Опачко М. Формування компетентності дидактичного проектування у магістрантів-фізиків [The formation of didactic projecting competence in the graduate students of physics]. *Науковий журнал «Фізико-математична освіта»*. 2019. Вип. 2 (20). С. 119–125. URL: <https://fmo-journal.fizmatsspu.sumy.ua/index/0-52>
11. Опачко М.В. Психодидактичний підхід у підготовці магістрів-фізиків-майбутніх педагогів. *Науковий вісник Ужгородського університету. Серія Педагогіка. Соціальна робота*. 2020. Вип. 2 (47). С. 116–121. URL: <http://visnyk-ped.uzhnu.edu.ua/indexing>
12. Опачко М.В., Кабацій В.М. Моделювання дидактичної взаємодії у методиці навчання фізики в НУШ. *Наукові інновації та передові технології*. 2025. № 2 (42). (Серія «Управління та адміністрування», Серія «Право», Серія «Економіка», Серія «Психологія», Серія «Педагогіка»). DOI: [https://doi.org/10.52058/2786-5274-2025-2\(42\)-1553-1564](https://doi.org/10.52058/2786-5274-2025-2(42)-1553-1564)

Magdalyna OPACHKO

State Higher Educational Institution «Uzhhorod National University»

CYBERNETICS OF INSTRUCTIONAL MANAGEMENT BY P.S. ATAMANCHUK AND DIDACTIC MANAGEMENT BY M.V. OPACHKO: SYNERGY OF SCIENTIFIC APPROACHES

Abstract. This article presents a comparative analysis of two scientific approaches to managing educational and cognitive activity: P.S. Atamanchuk's theory of instructional management and M.V. Opachko's concept of didactic management. The study demonstrates that these approaches are not contradictory but complementary, each emphasizing different stages of the management function in education. Atamanchuk's theory provides a technological and didactic mechanism for implementing instructional control, prediction, and regulation, while Opachko's concept focuses on developing the teacher's managerial competence as a key factor in educational effectiveness. The article substantiates the potential for synthesizing both models to advance scientific didactics, especially within the framework of competence-based and context-oriented education. This integrative perspective enables the fusion of classical didactic knowledge with modern educational management technologies, offering a promising foundation for training pedagogues capable of designing and managing high-quality learning environments.

Key words: instructional management, didactic management, competence, pedagogy, learning process, educational quality, didactics, teacher training

References:

1. Atamanchuk P.S. Teoriia i metodyka upravlinnia piznavalnoi diialnistiu starshoklasnykiv u navchanni fizyky: avtoref. ... dys. d. ped. n.: 13.00.02 – teoriia i metodyka navchannia fizyky. Kyiv: NPU im. M.P. Drahomanova, 2000. 30 s.
2. Atamanchuk P.S. Innovatsiini tekhnolohii upravlinnia navchanniam fizyky: monohrafiia. Kamianets-Podilskyi: K PDPI, 1999. 172 s.
3. Atamanchuk P.S., Panchuk O.P. Dydaktychni osnovy formuvannia fizyko-tekhnolohichnykh kompetentnostei uchniv: monohrafiia. Kamianets-Podilskyi: K-PNU, 2011. 252 s.
4. Atamanchuk P.S. Kontseptseptualni osnovy profesiinoho stanovlennia maibutnoho uchytelia fizyko-tekhnolohichnoho profilu. *Naukovi zapysky. Seriia: Problemy metodyky fizyko-matematychnoi i tekhnolohichnoi osvity*.

- Kirovohrad: RVV KDPU im. V. Vynnychenka. 2016. Vyp. 9 (II). S. 238–245. URL: <https://phm.cuspu.edu.ua/ojs/index.php/NZ-PMFMTTO/issue/view/33>
5. Atamanchuk P.S., Forkun N.V. Innovatsii v upravlinni navchalno-piznavalnoi diialnistiu uchniv z fizyky. *Naukovi zapysky. Serii: Problemy metodyky fizyko-matematychnoi i tekhnolohichnoi osvity*. Kropyvnytskyi: RVV KDPU im. V. Vynnychenka. 2017. Vyp. 11 (II). S. 62–71. URL: <https://phm.cuspu.edu.ua/ojs/index.php/NZ-PMFMTTO/issue/view/37/showToc>
6. Opachko M.V. Dydaktychni menedzhment u metodychnii pidhotovtsi suchasnoho vchytelia fizyky: monohrafiia. Uzhhorod: RIK-U, 2017. 350 s.
7. Opachko M.V. Teoretyko-metodychni zasady pidhotovky maibutnikh uchyteliv fizyky z dydaktychnoho menedzhmentu: avtoref. dys. d. ped. n.: 13.00.04 – teoriia i metodyka profesinoi osvity. Kyiv: NPU im. M.P. Drahomanova, 2018. 44 s.
8. Opachko M.V. Diahnostuvannia hotovnosti mahistriv-fizykyk osvitnoho napriamu pidhotovky z dydaktychnoho menedzhmentu. *Naukovyi visnyk UzhNU. Serii Pedagogika. Sotsialna robota*. 2018. Vyp. 1 (42). S. 168–172. URL: <https://journals.indexcopernicus.com/search/details?id=46392>
9. Opachko M.V. Osobystisno-diialnisnyi pidkhid u pidhotovtsi maibutnoho vchytelia fizyky z dydaktychnoho menedzhmentu. *Naukovyi visnyk UzhNU. Serii Pedagogika. Sotsialna robota*. 2018. Vyp. 2 (43). S. 196–200. DOI: <https://doi.org/10.24144/2524-0609.2018.43.196-200>
10. Opachko M. Formuvannia kompetentnosti dydaktychnoho proektuvannia u mahistrantiv-fizykyk [The formation of didactic projecting competence in the graduate students of physics]. *Naukovyi zhurnal «Fizyko-matematychna osvita»*. 2019. Vyp. 2 (20). S. 119–125. URL: <https://fmo-journal.fizmatsspu.sumy.ua/index/0-52>
11. Opachko M.V. Psykhodydaktychni pidkhid u pidhotovtsi mahistriv-fizykyk-maibutnikh pedagogiv. *Naukovyi visnyk Uzhhorodskoho universytetu. Serii Pedagogika. Sotsialna robota*. 2020. Vyp. 2 (47). S. 116–121. URL: <http://visnyk-ped.uzhnu.edu.ua/indexing>
12. Opachko M.V., Kabatsii V.M. Modeliuvannia dydaktychnoi vzaiemodii u metodytsi navchannia fizyky v NUSh. *Naukovi innovatsii ta peredovi tekhnologii*. 2025. № 2 (42). (Serii «Upravlinnia ta administruvannia», Serii «Pravo», Serii «Ekonomika», Serii «Psykhologhiia», Serii «Pedagogika»). DOI: [https://doi.org/10.52058/2786-5274-2025-2\(42\)-1553-1564](https://doi.org/10.52058/2786-5274-2025-2(42)-1553-1564)

Отримано: 30.09.2025

УДК 37.026:167.1

DOI: 10.32626/2307-4507.2025-31.57-62

Микола ОСТАПЧУК¹, Людмила МОРОЗ²

Рівненський державний гуманітарний університет

e-mail: ¹mykolavasyliovych@gmail.com, ²kim@rshu.edu.ua

ORCID: ¹0000-0002-1549-9137, ²0000-0002-2750-8694

СИСТЕМА НАВЧАННЯ ПРИРОДНИХ ДИСЦИПЛІН У ПРОФІЛЬНІЙ ШКОЛІ

Анотація. Поняття «система» передбачає наявність множини елементів з відношеннями і зв'язками між ними, що утворюють певну цілісність. У статті розглядається процес навчання з погляду цілісного утворення як педагогічна система із врахуванням компонентів проблемності, як тип навчання, який сприяє розвитку творчих здібностей учнів, а не метод навчальної діяльності. Системне утворення приводить до властивості, якою не володіють окремі елементи. Наведено твердження науковців, щодо компонентів системи навчання, які не є однозначними. Основна увага зосереджена на дидактиці проблемного навчання, менш дослідженими залишаються компоненти освітнього середовища: вчитель і учень. Проблемне навчання є дидактичною системою, так як вона пропонує нову структуру взаємодії учителя і учнів. До елементів дидактичної системи проблемного навчання відносять організацію змісту і будови процесу навчання, зміст і методи навчання, побудова системи прийомів пізнавальної діяльності, організація змісту, форми і засоби навчання. Але ми дотримуємося погляду, що дидактична система проблемного навчання шкільного курсу природничих предметів побудована на певному розумінні логіко-психологічних закономірностей розвитку мислення і творчих здібностей людини. Навчання засноване на учінні шляхом розв'язання проблем і володіє розвивальною по відношенню до творчих здібностей людини функцією. Цей тип навчання є системою формування творчих здібностей учнів, а не просто сумою чи неявним набором окремих прийомів активізації пізнавальної діяльності учнів, мислення. Зображено авторську модель дидактичної системи, зокрема, дидактична система – це сукупність взаємозв'язаних елементів, якими є цілі навчання, зміст навчання, методи, засоби і організаційні форми навчання, система оцінювання навчальних досягнень учнів. Дано характеристику складових частин-елементів системи. Системоутворюючим чинником дидактичної системи є два елементи: цілі навчання і зміст навчання. Більш детально акцентовано внутрішні зв'язки між елементами системи на принципах синергетики і STEAM-освіти. Показано розвивальний ефект проблемного навчання, його переваги і недоліки при вивченні природничих дисциплін. Не всі теми шкільного курсу природознавства доцільно вивчати проблемним методом.

Ключові слова: система, проблемне навчання, елементи системи, характеристика елементів системи, синергетика і STEAM-освіта.

Постанова проблеми. Життя в умовах ринку демократії новітніх інформаційних технологій стає невідторною перспективою. Усе це робить своєрідний виклик освіті, зумовлює потребу в її радикальній модернізації. В Україні має стверджуватись стратегія прискореного, випереджувального розвитку освіти і науки, фізичних, моральних, інтелектуаль-

них та інших сил особистості, які забезпечують її самоствердження і самореалізацію. У «Державному стандарті базової і повної середньої освіти» зазначено що:

- зміст загально-природничої компоненти забезпечує формування в свідомості учнів основи для цілісного уявлення про природу;

- зміст освітньої галузі може реалізуватись як окремими навчальними предметами (астрономія, біологія, географія, фізика, хімія та інші галузі природознавства), що відображають основи відповідних фундаментальних наук, так і завдяки інтегрованим курсам [5].

Високий розвивальний ефект має проблемне навчання. Ефективність проблемного навчання ні в кого з науковців та вчителів не викликає сумніву, однак його не дуже часто використовують у шкільній практиці. Однією з причин цього є складна технологія його реалізації. Проблемне навчання вимагає значно більшої затрати начального часу, не всі теми шкільного курсу природничих наук доцільно вивчати проблемним методом. Не є ефективним його використання при вивченні фактологічного матеріалу, біографії вчених, простих формул.

Аналіз актуальних досліджень. Реалізацію моделі проблемного навчання ми вбачаємо у системному підході [6, 7, 8, 9]. Необхідність системного підходу в пізнанні була обумовлена тим, що традиційні методи дослідження при вивченні складних об'єктів виявилися мало ефективними. Тому виникла потреба представити складний об'єкт як систему, як цілісне утворення, що дає досліджувати не тільки сам об'єкт, але і його зв'язки та відношення. Сутність системного підходу полягає у спробах подальшого спрощення способів і зв'язків між об'єктами різної природи.

Головним поняттям системного підходу є поняття «системи». Поняття «система» передбачає наявність множини елементів з відношеннями і зв'язками між ними, що утворюють певну цілісність. Аналізоване поняття характеризують такі положення, що стосуються загальної теорії систем: *система є цілісною сукупністю взаємозв'язаних і взаємозумовлених елементів; характерна властивість системи – її ієрархічна будова, пов'язана з потенційною подільністю на множини, об'єднання тощо; цілком визначене місце системи певних елементів щодо інших подібних системних угруповань у межах загального масиву елементів певного типу та інші.*

Системний підхід до дослідження об'єктів має ряд переваг: *цілісне вивчення явищ системи веде до загальної властивості, якою не володіють окремі елементи; закони, поняття, ідеї, які лежать в основі взаємозв'язків елементів системи, пояснюють її впорядкованість, організацію розвитку і «поведінку» системи [6, 8].*

Мета статті. Розглянути проблемне навчання природничих дисциплін з точки зору дидактичної системи, визначити і дати характеристику її елементів, на моделі показати зв'язки між елементами системи.

Виклад основного матеріалу. Термін «дидактична система» увів у вживання Л. Занков у якості засобу представлення дидактичних принципів, різне поєднання яких породжує різні типи навчання [6, 8]. Дидактичну систему можна вважати загальним способом реалізації закономірностей і принципів навчання. Дидактична система належить до педагогічних систем. Оскільки педагогічна система – це організований об'єкт, що здійснює управління процесом передачі і засвоєння того соціального досвіду, який на даний час на-

громадило людство, *то дидактична система – це організований об'єкт за допомогою якого вчитель забезпечує управління процесом передачі і засвоєння учнями системи знань про суспільство, природу, людину і на цій основі розвиток у кожного з них пізнавальних сил, формування наукового світогляду, культури поведінки, позитивних людських якостей [6, с. 17].*

Найбільш характерною ознакою цієї системи є її функція, зокрема, функція управління педагогічним процесом. Учасниками цього процесу є учитель й учні. Як видно з визначення дидактичної системи учні і учитель не входять до її складу як елементи. Проте відомо, що кожна система живе в деякому середовищі, в оточенні інших систем, з якими вона пов'язана певними зв'язками. У деяких системах вони настільки міцні, що їх руйнування знищує і саму систему. Якщо учитель і учні не входять до системи як її елементи, то вони, як це впливає з означення дидактичної системи, обов'язково входять до складу її середовища, тобто для дидактичної системи наявність учителя й учнів, як складових середовища дидактичної системи, є обов'язковою.

Під терміном «учень» розуміються його навчальні характеристики, здібності, задатки, інтереси, навчальний досвід, особливості мислення, пам'яті, уяви, тобто учень взаємодіє з усіма елементами дидактичної системи. Характеристиками компоненту середовища дидактичної системи «учитель» є його педагогічний досвід, знання навчального матеріалу, знання закономірностей навчання, виховання і розвитку, знання всіх навчальних і психологічних характеристик учня, тобто усе те, дозволяє взаємодіяти як з кожним елементом дидактичної системи, так і з усією системою. Маючи сильні зв'язки з усіма елементами, а то й з усією дидактичною системою, середовище істотно впливає на систему в цілому. *У загальному випадку дидактичну систему складає той дидактичний простір, через який учитель і учні взаємодіють між собою.*

Дії вчителя при проблемному навчанні полягають у наступному:

1. Ставити перед учнями навчальні завдання в зрозумілій і цікавій формі.
2. Виконувати функції координатора пошукових дій школярів і партнера, допомагати окремим учням і групам, диференціюючи зміст допомоги.
3. Уміти зіткнути учнів із проблемою, стимулювати творче мислення за допомогою запитань.
4. Коректно виправляти помилки, яких припускаються учні в процесі пошуку гіпотез, їх підтвердження.
5. Спрямовувати діяльність учнів на самостійне опанування різних джерел інформації.
6. Пропонувати свою допомогу лише в тих випадках, коли учні не можуть самостійно прийняти необхідне рішення.

Дії учнів орієнтуються на таку послідовність:

1. Зіткнення з проблемою, виникнення проблемної ситуації.
2. Збір та аналіз даних. Аналіз життєвого досвіду із проблеми, пошук даних про об'єкти та явища, яких не вистачає для розв'язання проблеми.
3. Визначення причинно-наслідкових зв'язків, формування гіпотези. У разі неспроможності учнів са-

мостійно висунути гіпотезу, вона може бути запропонована вчителем.

4. Збір інформації, проведення дослідження, вивчення таблиць, графіків, читання рекомендованої літератури, результатом чого є перевірка припущень і побудова учнями пояснень ситуації, яка призвела до проблеми.

5. Формулювання висновків, аналіз процесу дослідження, з'ясування причини виникнення проблемної ситуації.

Розв'язуючи проблеми навчання, ми торкаємось змісту і цілей навчання, методів, засобів, організаційних форм навчання, системи оцінювання навчальних досягнень учнів. Вони взаємозв'язані, одне зумовлює інше, взаємодіють між собою, отже, утворюють цілісну сукупність, яка складається з вище названих елементів. Ця сукупність і є дидактичною системою. Отже, **дидактична система – це сукупність взаємозв'язаних елементів, якими є цілі навчання, зміст навчання, методи, засоби і організаційні форми навчання, система оцінювання навчальних досягнень учнів.**

Елемент «Цілі навчання» (1) розкриває суть проблеми «Чому вчити?». «Зміст навчання» (2), відповідає на запитання «Що вивчати?», він зумовлюється змістом освіти. Третій – «Методи навчання» (3), розкриває суть того, як можна досягти поставлених цілей навчання, тобто відповідає на запитання «Як вчити?». «Засоби навчання» (4) – четвертий елемент системи, він розкриває особливості педагогічного інструментарію і дає відповідь на запитання «За допомогою чого», «Чим вчити?». П'ятий елемент системи – «Форми організації навчання» (5), відповідає на запитання «У якій формі, де, коли вчити?». Шостий елемент – «Система оцінювання навчальних досягнень учнів» (6) показує досягнуті компетентності учнів у навчанні, виконуючи при цьому одночасно діагностичну, навчальну, виховну, розвивальну та інші функції освітньої діяльності (див. рис. 1).

Зв'язки між елементами дидактичної системи набувають нових якостей, коли ця система включена як компонент у систему взаємодії вчителя й учня. Тоді ми маємо справу із динамічною системою вищого порядку, яка за своєю суттю є системою навчання, або педагогічною системою.

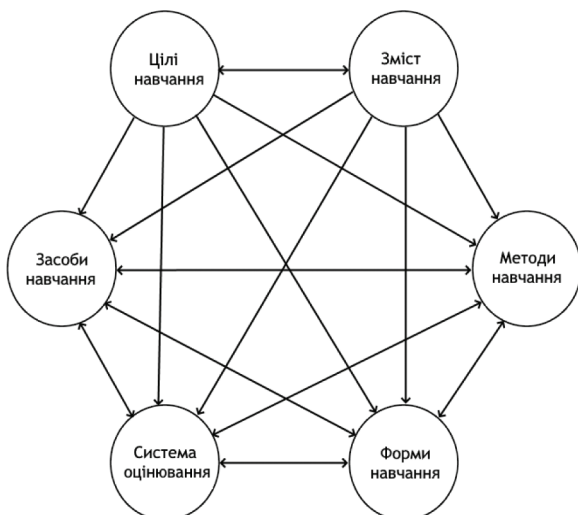


Рис. 1. Модель дидактичної системи проблемного навчання природничих дисциплін

Розглянемо перший елемент дидактичної системи проблемного навчання: «Цілі навчання». Ціль – це кінцевий результат, на досягнення якого спрямовані зусилля суб'єкта діяльності. Цілі навчання – це результат спільної діяльності вчителя і учня, виражений у точних, однозначних категоріях і поняттях. На даному етапі навчання – це набуття ключових компетентностей, передбачених навчальною програмою. Ціль проблемного навчання засвоєння результатів наукового пізнання, процесу отримання результатів, вона включає формування пізнавальної самостійності учня, і розвиток його творчих здібностей. Увага робиться на розвиток мислення, врахування його закономірностей. В умовах особистісного навчання ми вважаємо, що розвиток іде із середини і він заснований на природних здібностях. Цілі розвивальної групи охоплюють розвиток того психічного утворення, яке характерне для даного вікового періоду, а також формування вмінь порівнювати, аналізувати, синтезувати, абстрагувати, встановлювати причинно-наслідкові зв'язки, переносити дії з однієї галузі знань в іншу.

Другий елемент дидактичної системи проблемного навчання «Зміст навчання» він зумовлюється змістом освіти на даному історичному етапі. Сьогодні зміст освіти орієнтується на Державний стандарт базової і повної загальної середньої освіти, де, зокрема, зміст природничої компоненти створює передумови для забезпечення усвідомлення учнями наукових фактів, ознайомлення з історією розвитку природничої науки, формування в учнів знань про основні природні поняття і закони і процеси, для розвитку експериментальних умінь і дослідницьких навичок, умінь застосовувати здобуті знання для розв'язування задач і пояснення явищ і процесів, формування наукового світогляду і стилю мислення учнів, уявлення про природню картину світу, для розкриття ролі знань з природи в житті людини та суспільному розвитку [1, с. 2-5].

Зміст освіти при особистісно-розвивальному навчанні повинен враховувати індивідуальні можливості школяра даного віку, сприяти розвитку учня. Крім того, беруть до уваги такі фактори: обсяг змісту, його складність, трудність, характер пізнавальної діяльності, час вивчення і ін.

Змінити зміст навчання сьогодні можуть дві тенденції. Перша з них пов'язана з появою нових даних в області розвитку мозку дитини і її вищих функцій. Друга – із формуванням системи неперервної освіти.

Третій елемент «Методи навчання» показує як можна досягнути цілей поставлених проблемним навчанням і одночасно засвоївши зміст навчального матеріалу програми. В основі проблемного навчання лежить метод проблемного вивчення матеріалу. Тому, щоб розкрити суть проблемного навчання, необхідно, в першу чергу, розкрити особливості методу проблемного вивчення матеріалу, тобто розглянути систему нижчого рівня ієрархії, «процес навчання на основі вирішення проблеми». Елементами системи є: а) створення проблемної ситуації, б) формулювання проблеми, в) розробка робочих гіпотез, г) перевірка робочих гіпотез; д) аналіз перевірки робочих гіпотез, е) повернення до проблемної ситуації під кутом зору отриманих висновків.

Розглянемо «Засоби навчання» – **четвертий елемент системи**. Засоби навчання – це різноманітні матеріали й знаряддя навчального процесу, завдяки яким більш успішно і за короткий час досягаються визначені цілі навчання і засвоюється зміст програми з природознавства. До засобів навчання належать: підручники, навчальні посібники, дидактичні матеріали, технічні засоби (ТЗН), обладнання, станки, навчальні кабінети, лабораторії, ЕОМ та інші засоби масової комунікації. Засобами навчання можуть слугувати реальні об'єкти, виробництво, споруди.

Зупинимось більш детально на дидактичних матеріалах при проблемному навчанні з фізики. Ряд дослідників вважає, що запитання «чому?» є необхідним і головним для формування проблеми, тому створюються різноманітні завдання, які починаються з питання «чому?» [6; 10]. Це дозволяє учням логічно пов'язати кілька фізичних явищ чи понять, побудувати ланцюжок зв'язків між даними явищами і поняттями, заглибитися в тему явища, що сприяє розвитку мислення, творчості, глибшому розумінню суті навчального предмета. Але весь шкільний курс фізики не варто представляти в запитаннях «чому?». Це покаже їх штучність і ускладнить вивчення предмету. Наприклад, чому основна формула для розрахунку роботи струму в електричному колі має вигляд: $A = IUt$? Тому, що вона випливає з поняття напруги – $U = A/q$. Звідси $A = Uq$. Оскільки $I = q/t$ і $q = It$, то $A = IUt$. Або, чому законом Джоуля-Ленца є лише один вираз із трьох, за якими можна обчислити кількість теплоти, що виділяється в провіднику під час проходження струму? Тому, що саме такий вираз $Q = I^2Rt$ отримали експериментально і незалежно один від одного два фізики Джоуль і Ленц [9, с. 63-64].

Розв'язування фізичних задач у навчальному процесі є найбільш ефективною формою поглиблення, закріплення теоретичного матеріалу і розвитку мислення школярів. Проблемність у навчанні при розв'язуванні фізичних задач пропонує систематичне використання в процесі навчання творчих задач, задач-проблем [11]. Задача є проблемною або творчою якщо в ній сформульована певна вимога, яка виконується на основі знання фізичних законів, але в ній відсутні прямі вказівки на ті фізичні явища, закони, якими необхідно користуватися при розв'язуванні задачі [11]. Задачі-проблеми, звичайно, використовуються на кінцевому етапі вивчення теми, коли учні засвоїли певну суму знань і після цього настає момент, коли необхідно щоб знання стали активними, дійсними. *Проблемні завдання також можна використовувати: на початку уроку, з метою підвищення цікавості до матеріалу теми; на самому уроці, як своєрідна форма вивчення нового матеріалу; при опитуванні, закріпленні навчального матеріалу; на контрольних залікових заняттях; як домашні завдання; при самостійній роботі школярів, тематичній атестації.*

П'ятим елементом дидактичної системи є «Форми організації навчання». Форма – це зовнішній вияв узгодженої діяльності учителя та учнів, яка здійснюється в певному порядку і режимі. Форми організації навчання класифікуються за різними критеріями: за кількістю учнів – індивідуальні, групові; за місцем навчання – шкільні, позашкільні, домашня са-

мостійна робота, заняття на підприємстві; за часом навчання – урочні, позаурочні, факультативні, предметні гуртки, вікторини, конкурси, олімпіади; за дидактичною метою – лекція, семінар, урок, спарені заняття, спарені скорочені заняття, «уроки без дзвінків».

Вивчення фізики починається у загальноосвітній школі з сьомого класу. В цей період групова форма роботи з учнями є ефективною, тому при проблемному навчанні потрібно починати саме з групової форми роботи [6, с. 168-169]. В. Оконь наводить результати виконання завдань учнями як індивідуально, так і всім класом. Результати є кращими при колективній роботі майже на 5% [7, с. 149-150].

Шостим елементом дидактичної системи є «Система оцінювання навчальних досягнень учнів». До існуючої дванадцятибальної системи оцінювання навчальних досягнень учнів в школах України ми пропонуємо, зокрема, при проблемному навчанні, враховувати оцінювання розвитку дитини. Оцінювання розвитку – це форма процесуального оцінювання, своєрідна спроба документування усієї інформації про реальний прогрес учня. Вона оцінює реальний прогрес удосконалення здібностей, а не рівень досягнень порівняно з іншими учнями. В оцінюванні розвитку здебільшого використовується детальний список певних очікуваних чи бажаних поведінкових змін, які вважаються критеріями прогресу. Найчастіше використовуються так звані контрольні листи, які з певною послідовністю фіксують конкретні досягнення чи здібності у різних галузях.

В історичному аспекті компоненти дидактичної системи неоднозначні. Наприклад, М. Махмутов проблемне навчання вважає дидактичною системою, так як вона пропонує нову структуру взаємодії учителя і учнів. Він пов'язує виникнення дидактичної системи проблемного навчання з дослідженнями Л. Занкова (організація змісту і будови процесу навчання), М. Данилова (побудова процесу навчання), М. Скаткіна, І. Лернера (зміст і методи навчання), Н. Менчинської (побудова системи прийомів пізнавальної діяльності), В. Давидова (організація змісту) [6, 8, 9]. І. Малафіїк проблемне навчання називає особливою дидактичною системою. Система побудована на певному розумінні логіко-психологічних закономірностей розвитку мислення і творчих здібностей людини. Навчання засноване на учінні шляхом розв'язання проблем і володіє розвивальною по відношенню до творчих здібностей людини функцією. *Цей тип навчання є системою формування творчих здібностей учнів, а не просто сумою чи неявним набором окремих прийомів активізації пізнавальної діяльності учнів, мислення* [6, с. 54].

Зв'язки між елементами дидактичної системи набувають нових якостей, коли ця система включена як компонент у систему взаємодії вчителя й учня. Тоді ми маємо справу із динамічною системою вищого порядку, яка за своєю суттю є системою навчання, або педагогічною системою.

Останнім часом у освітньому просторі України набирає обертів тренд STEAM-освіти. Вона охоплює природничі науки (Science), технології (Technology), технічну творчість (Engineering), мистецтво (Art) та математику (Mathematics) [2].

Напевно, переходячи від цілісної окремої загальної природничо-наукової дисципліни до цілісності циклу таких дисциплін і, нарешті, до цілісності фундаментальної природничо-наукової та гуманітарної освіти, можна добитися гармонізації особистості й здійснити в освіті синтез мудрості стародавніх цивілізацій, сучасної філософії, природознавства та гуманітарного знання. В останні десятиріччя такий процес почався спонтанно внаслідок логіки розвитку самого природознавства, інтеграції його частин, розгляду все складніших систем у фізиці, хімії, біології. Крім того, нині усвідомлена роль людини як спостерігача та інтерпретатора процесу [4].

Перехід до нової парадигми освіти не може зводитись до простого збільшення обсягів кожної з природничих дисциплін. Аналіз навчальних планів, програм показує, що можливості тут вже вичерпані. *Необхідні нові принципи відбору й систематизації знань з кожної дисципліни та їхнього взаємозгодження.*

У зв'язку з цим дістали поширення ідеї синергетики. Сам термін «синергетика» походить від грецького «синергена»- «сприяння», «співробітництво», «синтез енергій». Запропонований Г. Хакеном, цей термін акцентує увагу на погодженості взаємодії частин при утворенні структури як єдиного цілого, на так званому адитивному ефекті: «ціле більше частин» [3].

На відміну від більшості нових наук, що виникали, як правило, на стику двох раніше існуючих і які характеризуються взаємним проникненням методів та парадигмальних ідеологій різних наук синергетика виникає, спираючись не на граничні, а на внутрішні точки різних наук, з якими вона має певні теоретичні переконання: у досліджуваних синергетикою системах, режимах і станах фізик, біолог і математик бачать свій матеріал, і кожен з них, застосовуючи методи своєї науки, збагачує загальний запас ідей і методів синергетики.

На наш погляд, *навчальні предмети повинні бути узгоджені не тільки зовнішньо (зміст матеріалу, який вивчається за програмою, послідовність, систематичність, доступність), а й внутрішньо, тобто, мати однаковий рівень досконалості знань різних навчальних предметів.* Простежимо це на прикладі вивчення природничих дисциплін.

Рівні досконалості знань визначаються рівнями їх математизації. Таких рівнів три: *рівень елементарної обробки емпіричних даних; модельно-алгоритмічний; дедуктивно-аксіоматичний рівень.*

При загальному спрямуванні навчального процесу на пізнання навколишнього світу важливо сприяти засвоєнню знань учнями у суцільному комплексі і взаємозв'язку, коли різні навчальні предмети мають однаковий рівень досконалості, тобто вимагають однакового способу мислення при їх усвідомленні. Якщо при цьому явище вивчається у взаємозумовленості (комплекс навчальних предметів), то цей комплекс явища стає осмисленими знаннями, а погляд на світ, завдяки цьому, розширюється. Якщо ж при вивченні одного навчального предмету вчитель доводить твердження на другому рівні досконалості знань (модельно-алгоритмічному) і закликає брати під сумнів вірогідні твердження, а при вивченні іншого навчального предмету подаються твердження або формуються закони з запереченням їх істинності на основі лише висловлювань авторитетів, то для

учнів основної школи, де рівень досконалості способу мислення відповідає лише першому рівневі досконалості знань, такі твердження і закони не будуть переконливими. Такі знання не осмислені і через деякий час забуваються. Залишаються, в кращому випадку, лише згадки про авторитети та сліпа віра їм. Тільки після досягнення одного рівня пізнання навколишнього світу (найпоширеніших знань) можна переходити до другого, вищого рівня пізнання, якому відповідає досконаліший спосіб навчання з відповідними особливостями мислення.

Отже, *при профільному вивченні дисципліни, необхідно, щоб навчальні предмети складали взаємопов'язаний комплекс знань однакових рівнів досконалості. Тобто, певному профілю вивчення дисципліни відповідає однаковий рівень знань з інших предметів природничого циклу: математики, хімії, фізики і т. д.* При вивченні навчальних дисциплін існує внутрішній взаємозв'язок, який не суперечить зовнішнім міжпредметним зв'язкам.

Висновки та перспективи подальших наукових розвідок. Будь-яка система володіє характерними ознаками, які відображають природу системи як форми її організації у ціле (так звані атрибутивні ознаки). Наприклад, ними є такі складові частини: компоненти чи елементи, системоутворюючий чинник, структура системи, емерджентна властивість, наявність реляційного впливу системи як цілого, її функція та рівні ієрархії. У роботі розглянуто дидактичну систему, визначено її складові частини і дано характеристику елементів дидактичної системи проблемного навчання природничих дисциплін, на моделі показано, що системоутворюючим чинником є два елементи: цілі навчання і зміст навчання. Інші атрибутивні ознаки дидактичної системи проблемного навчання природничих дисциплін потребують детального і глибокого дослідження. Більш детально акцентовано внутрішні зв'язки між елементами системи на принципах синергетики і STEAM-освіти.

Список використаних джерел:

1. Про деякі питання державних стандартів повної загальної середньої освіти: постанова Кабінету Міністрів України від 30 вересня 2020 р. № 898. URL: <https://www.kmu.gov.ua/npas/pro-deyaki-pitannya-derzhavnih-standartiv-povnoyi-zagalnoyi-serednoyi-osviti-i300920-898>
2. Про затвердження плану заходів щодо реалізації Концепції розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти) до 2027 р.: розпорядження Кабінету Міністрів України від 13 січня 2021 р. № 131-р. URL: www.kmu.gov.ua (дата звернення: 21.10.2024).
3. Буданов В.Г. Трансдисциплінарное образование и принципы синергетики. Синергетическая парадигма / под ред.: В.И. Аршинова, В.Г. Буданова, В.Э. Войцеховича. Москва: Прогресс-Традиция, 2000. С. 285–305.
4. Гончаренко С. Принцип фундаменталізації освіти. *Наукові записки. Серія: Педагогічні науки*. Кіровоград: РВВ КДПУ ім. В. Винниченка. 2004. Вип. 55. С. 3–8.
5. Державний стандарт базової і повної середньої освіти. *Фізика та астрономія в школі*. 2004. № 3. С. 2–6.
6. Малафіїк І.В. Дидактика новітньої школи: навч. посіб. Київ: Слово, 2014. 288 с.
7. Оконь В. Основы проблемного обучения. Москва: Просвещение, 1968.

8. Остапчук М.В. Проблемне навчання як дидактична система фізики. *Вісник Чернігівського державного педагогічного університету ім. Т.Г. Шевченка. Серія: Педагогічні науки*. Чернігів: ЧДПУ, 2005. № 30. С. 173–178.
9. Остапчук М.В. Розгляд проблемного навчання фізики крізь призму дидактичної системи. *Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського державного університету: Серія педагогічна*. Кам'янець-Подільський: КПДУ, 2005. Вип. 11: Дидактика фізики в контексті орієнтирів Болонського процесу. С. 57–60.
10. Щербина Т. Чому? Цікаві питання з фізики. 7-9 клас. Київ: Ред. заг.-пед. газет, 2003.
11. Гончаренко С. Український педагогічний словник. Київ: Либідь, 1997. 376 с.

Mykola OSTAPCHUK, Lyudmila MOROZ

Rivne State University of the Humanities

SYSTEM OF TEACHING NATURAL DISCIPLINES IN A SPECIALIZED SCHOOL

Abstract. The concept of «system» implies the presence of a set of elements with relations and connections between them, which form a certain integrity. The article considers the learning process from the point of view of holistic education as a pedagogical system taking into account the components of problem-based learning, as a type of education that contributes to the development of students' creative abilities, and not a method of educational activity. System education leads to a property that individual elements do not possess. The statements of scientists regarding the components of the education system, which are not unambiguous, are given. The main attention is focused on the didactics of problem-based learning, the components of the educational environment remain less studied: the teacher and the student. Problem-based learning is a didactic system, as it offers a new structure of interaction between the teacher and students. The elements of the didactic system of problem-based learning include the organization of the content and structure of the learning process, the content and methods of learning, the construction of a system of methods of cognitive activity, the organization of content, forms and means of learning. But we adhere to the view that the didactic system of problem-based learning of the school course of natural subjects is built on a certain understanding of the logical and psychological patterns of the development of thinking and creative abilities of a person. Learning is based on learning by solving problems and has a developmental function in relation to the creative abilities of a person. This type of learning is a system for forming students' creative abilities, and not just a sum or an implicit set of individual methods for activating students' cognitive activity and thinking. The author's model of the didactic system is depicted, in particular, the didactic system is a set of interconnected elements, which are the goals of learning, the content of learning, methods, means and organizational forms of learning, the system for assessing students' educational achievements. The

characteristics of the component parts-elements of the system are given. The system-forming factor of the didactic system is two elements: learning goals and learning content. The internal connections between the elements of the system are emphasized in more detail on the principles of synergy and STEAM education. The developmental effect of problem-based learning, its advantages and disadvantages in the study of natural sciences are shown. Not all topics of the school course of natural sciences are expedient to study by the problem method.

Key words: system, problem-based learning, elements of the system, characteristics of the elements of the system, synergy and STEAM education.

References:

1. Pro deyaki pytannya derzhavnykh standartiv povnoyi zahal'noyi seredn'oyi osvity: postanova Kabinetu Ministriv Ukrayiny vid 30 veresnya 2020 r. № 898. URL: <https://www.kmu.gov.ua/npas/pro-deyaki-pitannya-derzhavnih-standartiv-povnoyi-zagalnoyi-serednoyi-osviti-i300920-898>
2. Pro zatverdzhennya planu zakhodiv shchodo realizatsiyi Kontseptsiyi rozvytku pryrodnycho-matematychnoyi osvity (STEM-osvity) do 2027 r.: rozporядzhennya Kabinetu Ministriv Ukrayiny vid 13 sichnya 2021 r. № 131-r. URL: www.kmu.gov.ua
3. Budanov V.G. Transdistsiplinarnoye obrazovaniye i printsipy sinergetiki. *Sinergeticheskaya paradigma / pod red.: V.I. Arshinova, V.G. Budanova, V.E. Voytsekhovicha*. Moskva: Progress-Traditsiya, 2000. S. 285–305.
4. Honcharenko S. Pryntsyp fundamentalizatsiyi osvity. *Naukovi zapysky. Seriya: Pedahohichni nauky*. Kirovohrad: RVV KDPU im. V. Vynnychenka. 2004. Vyp. 55. S. 3–8.
5. Derzhavnyy standart bazovoyi i povnoyi seredn'oyi osvity. *Fizyka ta astronomiya v shkoli*. 2004. № 3. S. 2–6.
6. Malafiyik I.V. Dydaktyka novitn'oyi shkoly: navch. posib. Kyiv: Slovo, 2014. 288 s.
7. Okon' V. Osnovy problemnogo obucheniya. Moskva: Prosveshcheniye, 1968.
8. Ostapchuk M.V. Problemne navchannya yak dydaktychna systema fizyky. *Visnyk Chernihivs'koho derzhavnoho pedahohichnoho universytetu im. T.H. Shevchenka. Seriya: Pedahohichni nauky*. Chernihiv: CHDPU, 2005. № 30. S. 173–178.
9. Ostapchuk M.V. Rozghliad problemnoho navchannya fizyky kruz pryizmu dydaktychnoi systemy. *Zbirnyk naukovykh prats Kamianets-Podilskoho derzhavnoho universytetu: Seriya pedahohichna*. Kamianets-Podilskyi: KPDU, 2005. Vyp. 11: Dydaktyka fizyky v konteksti orientyriy Bolonskoho protsesu. S. 57–60.
10. Shcherbyna T. Chomu? Tsikavi pytannya z fizyky. 7-9 klas. Kyiv: Red. zah.-ped. hazet, 2003.
11. Honcharenko S. Ukrayins'kyi pedahohichnyy slovnyk. Kyiv: Lybid', 1997. 376 s.

Отримано: 3.10.2025

Наталія ПАНЧУК¹, Олег ПАНЧУК²

Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка

e-mail: ¹panchuk@kpmi.edu.ua, ²panchuk.op@kpmi.edu.uaORCID: ¹0000-0001-9090-6073, ²0000-0002-7215-192X

ПЕДАГОГІЧНА ІМПРОВІЗАЦІЯ ЯК ЗАСІБ РОЗВИТКУ ТВОРЧОГО ПОТЕНЦІАЛУ ТА ПРОФЕСІЙНОЇ УСПІШНОСТІ ВИКЛАДАЧА

Анотація. У статті висвітлено сутність педагогічної імпровізації як важливого аспекту професійної діяльності сучасного викладача. Розкрито чотири типи педагогічної імпровізації: цільову, змістову, методичну та комунікативну, кожен з яких спрямований на оперативне вирішення суперечностей, що виникають під час освітнього процесу між попередньо запланованими діями та реальними педагогічними ситуаціями. Обґрунтовано роль інтуїції як внутрішнього джерела виникнення імпровізаційних рішень та визначено суперечності як ключового чинника їх динамічного розвитку. Підкреслено важливість уміння викладача адаптувати навчальні цілі, зміст, методи та комунікаційні засоби у процесі взаємодії зі здобувачами. Наголошено на необхідності формування у майбутніх педагогів здатності оперативного реагувати на непередбачувані ситуації, творчо трансформувати освітній процес і приймати ефективні рішення. Визначено, що готовність до педагогічної імпровізації є важливою складовою професійної компетентності викладача та чинником підвищення якості освітнього процесу в умовах сучасного освітнього закладу. Підкреслено важливість творчого підходу в педагогічній практиці та необхідність підготовки майбутніх педагогів до оперативного прийняття ефективних рішень у нестандартних ситуаціях, що підвищує якість освітнього процесу.

Ключові слова: педагогічна імпровізація, творчі здібності викладача, креативність, професійна успішність, інноваційна педагогічна діяльність.

Постановка проблеми. У сучасних умовах реформування освіти, впровадження компетентнісного підходу та потреби в інноваційних педагогічних технологіях постає необхідність формування у викладача здатності оперативного реагувати на непередбачувані навчальні ситуації, адаптувати методи і засоби навчання до індивідуальних потреб здобувачів освіти. Сучасні трансформаційні процеси у сфері вищої освіти, посилення ролі цифрових технологій та комунікативної взаємодії зумовлюють потребу у викладачеві нового типу – творчому, мобільному, здатному оперативно приймати педагогічні рішення в нестандартних ситуаціях. Водночас педагогічна практика свідчить про те, що традиційні моделі організації навчального процесу не завжди забезпечують достатню гнучкість, креативність та професійне самовираження педагога. Саме тому зростає інтерес до феномену педагогічної імпровізації, яка розглядається як прояв високого рівня професійної майстерності, результат творчої активності та умова успішності викладача.

В умовах швидких змін змісту і форм навчання зростає значення педагогічної імпровізації як важливої складової професійної майстерності викладача. Імпровізаційна компетентність сприяє не лише підвищенню ефективності освітнього процесу, а й реалізації творчого потенціалу педагога, формує його професійний успіх і стійкість до викликів сучасного освітнього середовища.

Успішна педагогічна діяльність значною мірою залежить від здатності викладача діяти креативно, проявляти інтелектуальну гнучкість, емоційну рівноваженість і комунікативну відкритість. Тому педагогічна імпровізація розглядається не як спонтанність, а як прояв високого рівня професійної компетентності, що інтегрує знання, досвід, інтуїцію та творчість.

Педагогічна імпровізація, будучи цілеспрямованою варіативною діяльністю в нестандартних освітніх ситуаціях, сприяє розвитку творчого потенціалу викладача, формує його здатність до прийняття швид-

ких рішень, побудови продуктивної взаємодії з аудиторією та оптимізації освітнього процесу. Дослідження психологічних аспектів імпровізаційної діяльності педагога дозволяє глибше зрозуміти механізми професійної адаптації, саморозвитку та емоційної стійкості в умовах високої мінливості освітнього середовища. Водночас підвищення рівня професійної успішності педагога нерозривно пов'язане з розвитком його творчих здібностей, рефлексивності, комунікативної компетентності та педагогічної свободи.

Сучасні дослідження в галузі психології творчості, професійного становлення та педагогічної майстерності підтверджують взаємозв'язок між імпровізаційною здатністю і ефективністю професійної діяльності. В умовах цифровізації, воєнного стану та необхідності гнучкого реагування на суспільні виклики, зокрема психологічні, проблема нашого дослідження набуває особливої значущості. Таким чином, вивчення педагогічної імпровізації як засобу розвитку творчого потенціалу та професійної успішності викладача є науково та практично актуальним, оскільки спрямоване на оновлення підходів до професійної підготовки педагогів, підвищення ефективності освітнього процесу та формування конкурентоспроможного фахівця у сфері освіти.

Мета дослідження – розкрити сутність педагогічної імпровізації як чинника професійного успіху викладача, визначити її структурні компоненти, умови формування та вплив на ефективність професійної діяльності.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Професійну діяльність викладача закладу вищої освіти розглядають як складний динамічний процес, що вимагає не лише високого рівня теоретичної підготовки, але і творчої мобільності, гнучкості мислення, здатності швидко адаптуватися до змін освітнього середовища. У цьому контексті педагогічна імпровізація набуває особливого значення, адже саме вона забезпечує оперативне прийняття педагогічних рішень, креатив-

не реагування на непередбачувані ситуації освітньо-виховного процесу та підтримує його природний, емоційно насичений характер.

Відомі українські науковці І. Зязюн [6], О. Савченко [12], Н. Волкова [2], О. Пехота [10], Л. Хомич [16] та інші наголошують, що педагогічна імпровізація є важливою складовою творчої діяльності викладача, оскільки забезпечує варіативність підходів до навчання, стимулює розвиток пізнавальної активності здобувачів і сприяє індивідуалізації освітнього процесу.

Педагогічна імпровізація в українській психолого-педагогічній літературі розглядається переважно як компонент педагогічної майстерності, механізм адаптації педагога до нестандартних ситуацій та прояв професійної творчості. Питаннями педагогічної імпровізації, творчого потенціалу та педагогічної майстерності займалися українські науковці І. Толмачова [14], С. Дубяга [4], В. Смиренський [13], М. Єнакій [5] та інші. Зокрема, І. Толмачова проаналізувала визначення суті педагогічної імпровізації та її значення в підготовці майбутнього вчителя початкової школи [14]. В. Смиренський розкрив роль і місце педагогічної імпровізації у діяльності вчителя та систематизував функції імпровізації [13]. М. Єнакій досліджував імпровізаційні компоненти у творчій педагогічній діяльності та акцентував увагу на підготовці педагога до імпровізації [5].

Виклад основного матеріалу та обґрунтування отриманих результатів. Поняття «імпровізація» означає спонтанну творчу діяльність, що здійснюється без попередньої підготовки, але спирається на набутий досвід, інтуїцію та знання. У педагогічному вимірі імпровізація не є хаотичним процесом, а виявом високої педагогічної майстерності, яка дозволяє фахівцю гнучко, адекватно і ефективно реагувати на непередбачувані ситуації навчальної взаємодії.

В. Кремень підкреслює, що сучасна освіта потребує педагога-інноватора, здатного мислити нестандартно, швидко приймати рішення, проявляти ініціативу і використовувати технологічні можливості для підвищення ефективності освітнього процесу. У цьому сенсі педагогічна імпровізація постає як інтелектуально-творчий процес, що поєднує професійні знання, досвід, емоційно-вольову сферу та педагогічну інтуїцію [7].

«Ознакою педагогічної імпровізації є те, що вона має загально-педагогічну цінність, педагогічну значущість, є показником якості творчого підходу до педагогічної діяльності у навчанні та вихованні студента» [5].

Отже, педагогічна імпровізація – це інтегрована характеристика професійної діяльності викладача, що виявляється у здатності творчо, швидко та ефективно реагувати на педагогічні ситуації, адаптуючи методи, засоби і прийоми навчання до конкретних умов освітнього процесу.

У наукових розвідках підкреслюється зв'язок імпровізації з творчим потенціалом педагога, його комунікативною та рефлексивною компетентністю.

«Проблема творчості в діяльності педагога завжди привертала увагу педагогів та психологів. Сам термін «творчість» досить багатоаспектний. Так, у психології проблема творчості розглядається у зв'язку з вивченням творчої уяви, інтуїтивного мислення, імпровізації, натхнення та інших питань» [4, с. 32].

Педагогічна імпровізація, наголошує М. Єнакій, «завжди пов'язана з творчістю; в умовах педагогічної імпровізації відбувається процес актуалізації та мобілізації творчих зусиль та здібностей, має місце творчий розвиток педагога» [5].

На нашу думку, творчий потенціал особистості використовуються як теоретична база для аналізу імпровізації як механізму розвитку творчості [8].

М. Єнакій також наголошує на тому, що «педагогічний процес за своєю природою є явищем творчим; творчість у професійній педагогічній діяльності є необхідною умовою та гарантією досягнення найвищої результативності педагогічного пошуку вчителя. Процес творчості виявляється не тільки під час проведення заняття, прогнозування ходу заняття, але, власне, ще з моменту задуму та підготовки до впровадження певної ідеї в навчальному процесі, який постійно піддається впливу внутрішніх та зовнішніх умов» [5, с. 128].

Згідно думки І. Толмачової, О. Мастерної, «педагогічна імпровізація – компонент педагогічної діяльності, в якому виявляються можливості педагога експромтом приймати оптимальні рішення, та за рахунок якого реалізується позитивний вплив на окремого учня або групу учнів» [14, с. 187].

С. Дубяга пояснює педагогічну імпровізацію, як «сукупність педагогічних дій, умінь виконувати, які є інтегративною багатокомпонентною якістю педагога, що дозволяє йому оперативно реагувати на ситуації, які несподівано виникають у ході навчально-виховного процесу (різноманітного характеру і масштабу) та коригувати початковий педагогічний задум (проект) відповідно до реальних умов ходу навчальної діяльності» [4, с. 57-58].

Педагогічну імпровізацію М. Єнакій визначає як «здатність вчителя швидко та ефективно оцінювати ситуацію, приймати рішення негайно, без розгорнутого логічного міркування, базуючись на накопичених знаннях, досвіді та інтуїції» [5, с. 129]. Дослідниця підкреслює роль педагогічної інтуїції та досвіду в оперативній оцінці ситуації та прийнятті негайних ефективних рішень.

Науковці вважають, що мета педагогічної імпровізації полягає у знаходженні нових розв'язків в конкретних умовах освітньо-виховного процесу, а також у швидкому і гнучкому реагуванні на непередбачувану, конкретну педагогічну ситуацію, на її ефективний і швидкий розв'язок [15].

«Рушійною силою педагогічної імпровізації є суперечності між початковим планом заняття і новим варіантом його втілення, що виникає безпосередньо у процесі навчання, а внутрішнім механізмом виникнення є педагогічна інтуїція» [4, с. 58].

Педагогічну імпровізацію розглядають як важливу умову ефективної професійної діяльності педагога поряд з педагогічною ерудицією, цілепокладанням, творчим мисленням, рефлексією. Вона є необхідною складовою освітнього процесу та представляє собою інтуїтивний пошук оперативних рішень у суперечностях між стереотипними та несподіваними ситуаціями в освітньому середовищі початкової школи [9, с. 207].

Педагогічна імпровізаційна дія включає в себе наступні етапи [4, с. 58]:

«а) миттєвий вибір шляху вирішення несподіваної проблемної ситуації на основі педагогічного осяяння;

б) публічне втілення оперативного прийнятого педагогічного рішення;

в) оцінка результату імпровізації і повільне повернення до запланованого фрагменту навчальної діяльності».

Виділяють такі види педагогічної імпровізації, як [4, с. 58]:

- «імпровізація, спрямована на встановлення навчальної комунікації;
- імпровізація, спрямована на коригування педагогічного проекту, мети, методів або форм проведення заняття;
- імпровізація, спрямована на варіативний виклад змісту навчального матеріалу».

У контексті структурування компонентів освітнього процесу виокремлюють чотири взаємопов'язані та взаємозалежні типи педагогічної імпровізації [13]: цільовий, змістовий, методичний та комунікативний. Варто зазначити, що така класифікація має певну умовність, оскільки на практиці ці види часто тісно взаємодіють, поєднуються та взаємно доповнюють один одного, утворюючи комбіновані варіанти.

Цільовий тип педагогічної імпровізації спрямований на розв'язання суперечностей між попередньо визначеною метою заняття (сформульованою педагогом відповідно до вимог освітніх програм і методичних рекомендацій) та її раптовою або суттєвою зміною в процесі педагогічної взаємодії зі здобувачами. У цьому випадку педагог переглядає поставлену мету, аналізує навчальну ситуацію та відповідно адаптує зміст і методи діяльності для досягнення нового, більш оптимального результату.

Змістовий тип педагогічної імпровізації полягає у подоланні суперечностей між заздалегідь запланованим змістом навчального матеріалу, визначеним метою заняття та публічно затвердженими робочими програмами, і необхідністю його уточнення, трансформації чи доповнення відповідно до конкретних умов уроку та індивідуальних потреб здобувачів.

Методичний тип педагогічної імпровізації орієнтований на вирішення невідповідностей між обраними в процесі підготовки до заняття методичними прийомами і засобами та творчим переосмисленням їх під час проведення заняття. Це може проявлятися у варіюванні методів і використанні більш ефективних рішень, що виникають спонтанно внаслідок зміни навчальної ситуації або виявлення нових можливостей для активізації навчання.

Комунікативний тип педагогічної імпровізації пов'язаний із корекцією способів організації освітнього спілкування. Йдеться про адаптацію вербальних і невербальних засобів (жестів, міміки, пауз, інтонацій, акцентів, коментарів тощо), які виникають спонтанно в процесі взаємодії зі здобувачами та спрямовані на оптимізацію освітньо-виховного процесу.

До критеріїв ефективності педагогічної імпровізації відносять [4, с. 58]:

- «адекватність меті і змісту вирішуваної навчально-виховної ситуації;
- оперативність (мінімальний час) проведеної імпровізаційної дії з максимальним результатом;
- досягнення бажаної для педагога мети або позитивної динаміки в навчально-виховному процесі,

які неможливо отримати традиційними, раніше запрограмованими засобами».

У структурі професійної компетентності викладача педагогічна імпровізація виступає показником його педагогічної культури, оскільки поєднує в собі професійні знання, інтелектуальні здібності, творчість і духовність. Вона сприяє формуванню індивідуального стилю педагогічної діяльності, що є важливою детермінантою професійного успіху [1], [6].

І. Зязюн відзначає імпровізаційність як одну з якісних ознак педагогічної майстерності; імпровізація входить до списку професійних рис, що формують індивідуальний стиль і високий рівень ефективності педагогічної діяльності [6].

Н. Гузій зазначає, що саме в процесі педагогічної імпровізації найповніше розкривається особистісна позиція викладача, його педагогічна інтуїція, здатність до емоційно забарвленої взаємодії зі здобувачами [3]. Вона акцентує увагу на тому, що імпровізація є однією із педагогічних умов формування творчої особистості викладача і чинником його професійної конкурентоспроможності.

О. Пометун та Л. Пироженко наголошують, що імпровізаційність у діяльності викладача безпосередньо пов'язана із розвитком його критичного та креативного мислення, а також умінням ефективно застосовувати інтерактивні технології навчання [11]. На їх думку, імпровізація посилює педагогічну діяльність і робить її більш результативною.

Як зауважує І. Толмачова, імпровізаційні уміння слугують умовою успішної професійної діяльності через здатність швидко приймати адекватні педагогічні рішення [14].

В. Смирєнський підкреслює функціональну роль імпровізації у забезпеченні адаптивності, комунікативності та креативності професійної діяльності [13].

Професійний успіх викладача закладу вищої освіти значною мірою визначається його здатністю створювати навчальні ситуації, у яких студенти стають активними учасниками пізнання. Імпровізаційна діяльність забезпечує природність педагогічного спілкування, підтримує мотивацію до навчання, формує атмосферу творчості та взаємоповаги.

Проведений аналіз дає змогу стверджувати, що внутрішнім механізмом виникнення імпровізації є педагогічна інтуїція, тоді як головною рушійною силою її реалізації виступають суперечності між [13]:

1. Первинним педагогічним задумом та новими, більш результативними рішеннями, що постають безпосередньо під час заняття.
2. Регламентацією освітнього процесу (нормативами, стандартами) та змінними умовами його практичної реалізації.

Професійна успішність розглядається як результат високого рівня професійної готовності, творчого потенціалу та здатності адаптувати педагогічні засоби до конкретних умов освітнього середовища. Вона визначається не лише показниками навчальних досягнень здобувачів, а й рівнем педагогічного впливу, інноваційністю та здатністю до особистісного і професійного зростання. Відповідно, сучасний заклад освіти потребує викладача нового типу – компетентного, творчого, здатного гнучко реагувати на непередбачу-

вані ситуації, що досить часто виникають у педагогічній діяльності. Це визначає необхідність удосконалення системи професійної підготовки педагогів, створення умов для активізації їхнього творчого пошуку, розвитку здатності до швидкого й адекватного реагування на нестандартні обставини освітнього процесу.

Висновки. Таким чином, використання в освітньому процесі вищих закладів освіти різних типів педагогічних завдань (освітніх, розвивальних, виховних), що спрямовані на формування імпровізаційної готовності, постійні вправлення у їх вирішенні відпрацьовують у майбутніх педагогів навички та уміння оперувати теоретичними знаннями на практиці, планувати майбутню професійну діяльність, передбачати її результати, оцінювати їхню значущість, розвивати імпровізаційні вміння і такі особистісні якості як винахідливість, гнучкість та оригінальність мислення, розподілену і одночасно концентровану увагу, товариськість, впевненість у собі і своїх силах. Педагогічні завдання, що імітують виникнення у безпосередній освітньо-виховній роботі освітнього закладу ситуації, дають велику можливість практично застосовувати знання теоретичних основ педагогічної імпровізації, закріплюючи їх і відпрацьовуючи на їхній основі імпровізаційні вміння [4, с. 55].

Отже, педагогічна імпровізація є не лише проявом творчої свободи викладача, але й механізмом самореалізації, саморозвитку та досягнення професійного успіху.

Розвиток педагогічної імпровізаційності можливий за наявності певних психолого-педагогічних умов, серед яких:

- створення творчого освітнього середовища, що стимулює ініціативу та експериментування;
- забезпечення методичної підготовки, спрямованої на розвиток креативного мислення, педагогічної уяви та рефлексії;
- інтеграція інноваційних і цифрових технологій, що розширюють можливості педагогічної творчості;
- організація рефлексивної діяльності викладача, яка допомагає усвідомлювати власний стиль педагогічної взаємодії.

Таким чином, більшість вітчизняних науковців розглядають педагогічну імпровізацію не як просту спонтанність, а як індикатор педагогічної майстерності та одну з важливих умов професійного успіху: через її функції адаптації, комунікації, творчого вирішення проблем і підтримки ефективності навчальної взаємодії. Педагогічна імпровізація виступає ключовою детермінантою професійного успіху викладача, адже забезпечує гармонійне поєднання знань, досвіду, емоційності та творчості, сприяючи підвищенню якості освітнього процесу і розвитку особистісного потенціалу всіх його учасників. Професійна успішність викладача – це не одноразове досягнення, а динамічний процес, що залежить від його компетентності, творчості, здатності до педагогічної імпровізації та ефективності освітньої взаємодії.

Список використаних джерел:

1. Васянович Г.П. Педагогічна культура викладача: теорія і практика формування. Львів: Світ, 2015. 312 с.
2. Волкова Н.П. Професійна педагогіка: підручник. Київ: Академвидав, 2019. 464 с.

3. Гузієв Н.В. Професійна підготовка майбутнього педагога: особистісний підхід. Київ: НПУ імені М.П. Драгоманова, 2010. 278 с.
4. Дубяга С.М. Підготовка майбутніх учителів початкової школи до педагогічної імпровізації: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.04 – теорія та методика професійної освіти; Нац. пед. ун-т ім. М.П. Драгоманова. Київ, 2008. 207 с. URL: <http://enpuir.npu.edu.ua/handle/123456789/42285>
5. Єнакієв М.М. Імпровізація у творчій педагогічній діяльності. *Наука і освіта*. 2007. № 1/2. С. 128–130.
6. Зязюн І.А. Педагогічна майстерність: теоретико-методологічні основи. Київ: Вища школа, 2004. 256 с.
7. Кремень В.Г. Філософія людиноцентризму в освітньому просторі. Київ: Знання України, 2011. 520 с.
8. Максимчук Н.П. Психологія дитячої обдарованості: навчальний посібник. Кам'янець-Подільський: «Медобори» (ПП Мошак М.І.), 2003. 124 с. URL: <http://elar.kpnu.edu.ua:8081/xmlui/handle/123456789/6950>
9. Молнар Т.І., Мошкола М.В. Педагогічна імпровізація як необхідна умова творчої діяльності вчителя. *Освіта і формування конкурентоспроможності фахівців в умовах євроінтеграції*: збірник тез доповідей III Міжнародної науково-практичної конференції, 24-25 жовтня 2019 р., м. Мукачеве / ред. кол.: Т.Д. Щербан (гол. ред.) та ін. Мукачеве: Вид-во МДУ, 2019. С. 330–331.
10. Пехота О.М., Кіктенко А.З., Любарська О.М. Освітні технології. Київ: А.С.К., 2017. 240 с.
11. Пометун О.І., Пироженко Л.В. Сучасний урок: інтерактивні технології навчання. Київ: А.С.К., 2006. 192 с.
12. Савченко О.Я. Розвиток педагогічної творчості вчителя. Київ: Педагогічна думка, 2012. 240 с.
13. Смирєнський В.М. Стереотипне та імпровізаційне в педагогічній діяльності. *Професіоналізм педагога: теоретичні й методичні аспекти*. 2018. № 7. С. 150–168.
14. Толмачова І.М., Мастерна О.Ю. Дефініція «педагогічна імпровізація» в контексті вдосконалення підготовки майбутнього вчителя початкової школи. *Збірник наукових праць «Педагогічні науки»*. Вип. LXXVIII. Т. 2. 2017. С. 186–189.
15. Туркот Т.І. Педагогіка вищої школи: навч. посібник. Київ: Кондор, 2011. 628 с.
16. Хомич Л.О. Психолого-педагогічна підготовка вчителя до творчої діяльності. Київ: Видавництво НПУ, 2014. 214 с.

Nataliia PANCHUK, Oleh PANCHUK

Kamianets-Podilskyi Ivan Ohienko National University

PEDAGOGICAL IMPROVISATION AS A MEANS OF DEVELOPING THE CREATIVE POTENTIAL AND PROFESSIONAL SUCCESS OF A TEACHER

Abstract. The article highlights the essence of pedagogical improvisation as an important aspect of the professional activity of a modern teacher. Four types of pedagogical improvisation are revealed: purposeful, content-related, methodological, and communicative, each of which is aimed at the prompt resolution of contradictions that arise during the educational process between previously planned actions and real pedagogical situations. The role of intuition as an internal source of improvisational decisions is substantiated, and contradictions are identified as a key factor in their dynamic development. The importance of the teacher's ability to adapt learning objectives, content, methods, and communication tools in the process of interacting with stu-

dents is emphasized. The need to develop future teachers' ability to respond quickly to unpredictable situations, creatively transform the educational process, and make effective decisions is emphasized. It is determined that readiness for pedagogical improvisation is an important component of a teacher's professional competence and a factor in improving the quality of the educational process in a modern educational institution. The importance of a creative approach in pedagogical practice and the need to prepare future teachers to make effective decisions in non-standard situations, which improves the quality of the educational process, are emphasized.

Key words: pedagogical improvisation, creative abilities of a teacher, creativity, professional success, innovative pedagogical activity.

References:

1. Vasianovych H.P. Pedagogichna kultura vykladacha: teoriia i praktyka formuvannia. Lviv: Svit, 2015. 312 s.
2. Volkova N.P. Profesiina pedahohika: pidruchnyk. Kyiv: Akademvydav, 2019. 464 s.
3. Huzii N.V. Profesiina pidhotovka maibutnoho pedahoha: osobystisnyi pidkhid. Kyiv: NPU imeni M.P. Drahomanova, 2010. 278 s.
4. Dubiaha S.M. Pidhotovka maibutnikh uchyteliv pochatkovoї shkoly do pedahohichnoi improvizatsii: dys. ... kand. ped. nauk: 13.00.04 – teoriia ta metodyka profesiinoї osvity; Nats ped. un-t im. M.P. Drahomanova. Kyiv, 2008. 207 s. URL: <http://enpuir.npu.edu.ua/handle/123456789/42285>
5. Yenakii M.M. Improvizatsiia u tvorchii pedahohichnii diialnosti. *Nauka i osvita*. 2007. № 1/2. S. 128–130.
6. Ziazun I.A. Pedahohichna maisternist: teoretyko-metodolohichni osnovy. Kyiv: Vyscha shkola, 2004. 256 s.
7. Kremen V.H. Filosofiia liudynotsentryzmu v osvithomu prostori. Kyiv: Znannia Ukrainy, 2011. 520 s.
8. Maksymchuk N.P. Psykholohiia dytiachoi obdarovanosti: navchalnyi posibnyk. Kamianets-Podilskyi: «Medobory» (PP Moshak M.I.), 2003. 124 s. URL: <http://elar.kpnu.edu.ua:8081/xmlui/handle/123456789/6950>
9. Molnar T.I., Moshkola M.V. Pedahohichna improvizatsiia yak neobkhidna umova tvorchoi diialnosti vchytelia. *Osvita i formuvannia konkurentospromozhnosti fakhivtsiv v umovakh yevrointehratsii*: zbirnyk tez dopovidei III Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii, 24-25 zhovtnia 2019 r., m. Mukachevo / red. kol.: T.D. Shcherban (hol. red.) ta in. Mukachevo: Vyd-vo MDU, 2019. S. 330–331.
10. Piekhot O.M., Kiktenko A.Z., Liubarska O.M. Osvitni tekhnolohii. Kyiv: A.S.K., 2017. 240 s.
11. Pometun O.I., Pyrozhenko L.V. Suchasnyi urok: interaktyvni tekhnolohii navchannia. Kyiv: A.S.K., 2006. 192 s.
12. Savchenko O.Ya. Rozvytok pedahohichnoi tvorchosti vchytelia. Kyiv: Pedahohichna dumka, 2012. 240 s.
13. Smyrenskyi V.M. Stereotypne ta improvizatsiine v pedahohichnii diialnosti. *Profesionalizm pedahoha: teoretychni y metodychni aspekty*. 2018. № 7. S. 150–168.
14. Tolmachova I.M., Masterna O.Yu. Definiitsiia «pedahohichna improvizatsiia» v konteksti vdoskonalennia pidhotovky maibutnoho vchytelia pochatkovoї shkoly. *Zbirnyk naukovykh prats «Pedahohichni nauky»*. Vyp. LXXXVIII. T. 2. 2017. S. 186–189.
15. Turkot T.I. Pedahohika vyshchoї shkoly: navch. posibnyk. Ktiv: Kondor, 2011. 628 s.
16. Khomykh L.O. Psykholoho-pedahohichna pidhotovka vchytelia do tvorchoi diialnosti. Kyiv: Vydavnytstvo NPU, 2014. 214 s.

Отримано: 24.10.2025

УДК 370.3:377:004

DOI: 10.32626/2307-4507.2025-31.67-71

Вадим САВЧЕНКО¹, Ольга СЛОБОДЯНИК²

Інститут цифровізації освіти НАПН України

e-mail: ¹savsos@iitlt.gov.ua, ²oslobodyanyk84@gmail.com; ORCID: ¹0009-0002-6642-604X, ²0000-0003-3504-2684

ДОБІР ІМЕРСИВНИХ СЕРВІСІВ ДЛЯ ПІДТРИМКИ ЗМІШАНОГО НАВЧАННЯ В ЗЗСО

Анотація. У статті розглянуто теоретичні й практичні аспекти використання імерсивних сервісів у процесі змішаного навчання в закладах загальної середньої освіти. Проаналізовано сутність понять доповнена реальність (AR), віртуальна реальність (VR), змішана реальність (MR) та їх роль у формуванні інтерактивного освітнього середовища. Виокремлено педагогічні переваги використання імерсивних технологій: підвищення мотивації учнів, візуалізацію складних понять, розвиток просторового мислення, формування навичок самостійного та дослідницького навчання. Визначено методичні стратегії впровадження AR/VR/MR у змішане навчання та перспективи подальших досліджень.

Ключові слова: імерсивні технології, доповнена реальність, віртуальна реальність, змішане навчання, інновації в освіті.

Інтенсивний розвиток цифрових технологій зумовлює трансформацію освітнього процесу та пошук нових форм взаємодії між учителем і учнем. Одним із перспективних напрямів інновацій є використання імерсивних сервісів, які створюють ефект присутності, залучення та взаємодії у віртуальному чи доповненому середовищі. Змішане навчання (blended learning), поєднуючи очну та дистанційну форми, створює сприятливі умови для впровадження імерсивних технологій. Вони дозволяють поєднати традиційні методи викладання з цифровими моделями, забезпечуючи активне, дослідницьке та персоналізоване навчання.

Імерсивні технології (від англ. immersion – занурення) охоплюють засоби, що забезпечують глибоке залучення користувача у віртуальний навчальний простір. До них належать: доповнена реальність (AR), віртуальна реальність (VR), змішана реальність (MR). Згідно з дослідженнями Baptista De Lima, Walton & Owen [1-3], імерсивні середовища сприяють підвищенню навчальної мотивації та поліпшенню засвоєння складного матеріалу. Fromm et al. [4] підкреслюють, що VR створює умови для цілісного циклу експериментального навчання, де учень виступає активним учасником пізнання.

Використання AR/VR у змішаному навчанні передбачає інтеграцію цифрових інструментів у класну та дистанційну складові. Серед найбільш ефективних сервісів: Physics Lab AR, Merge Cube, Google Expeditions, CoSpaces EDU, Tilt Brush, VRLab Academy, MEL VR Science Simulations. Такі сервіси забезпечують візуальну наочність, підвищують пізнавальну активність та стимулюють інтерес до навчання. Їхнє використання сприяє формуванню практичних і дослідницьких навичок, розвитку просторового мислення й уміння застосовувати знання в нових умовах.

Для ефективного впровадження імерсивних сервісів у змішане навчання доцільно дотримуватися таких стратегій: інтеграція AR/VR у структуру уроку як доповнення до традиційного пояснення; поєднання імерсивних вправ із проєктною діяльністю; використання принципу «learning by doing»; оцінювання результатів через практичні AR-завдання; підготовка вчителів до використання цифрових середовищ.

У сучасній освіті все більшої актуальності набуває поєднання традиційних та цифрових підходів за умов змішаного навчання. Одним із ключових трендів у цій сфері є застосування імерсивних сервісів – технологій, що занурюють учня у взаємодію з навчальним контентом за допомогою доповненої (AR), віртуальної (VR) або змішаної реальності (MR). Ці інструменти не лише підвищують зацікавленість учнів, а й сприяють глибшому розумінню складних понять, формуванню дослідницьких і когнітивних компетентностей [5].

Зокрема, Литвинова С.Г. розглядає можливості використання сервісу ARLOOPA, як потужний інструмент для інтеграції доповненої реальності (AR) в навчальний процес, що сприяє залученню школярів до активного пізнання, робить навчальні матеріали більш наочними та інтерактивними [6].

Проте, погоджуємося з авторами дослідження [7], що: «...для впровадження технології AR в освіті необхідно створити відповідне освітнє середовище: забезпечити технічні засоби, сумісні операційні системи та програмне забезпечення. Для ефективного використання AR здобувачами освіти мають бути розроблені новітні навчальні матеріали: підручники, посібники, картки, робочі зошити, інструкції тощо».

Носенко Ю. у своєму дослідженні [8] визначила критерії, що дозволять визначитися з тим, яка саме технологія потрібна для виконання поставлених задач. Автор зазначає важливість визначення мети використання технології, врахування технічних вимог, масштабованість, доступність, багатомовність, безпека, підтримка розробника.

У дослідженнях [9-10] автором проведено детальний огляд таких застосунків як Assemblr Edu, Arloopa, Ar Solar System. Зазначається, що платформа Assemblr Edu є багатофункціональним ресурсом, який містить безліч опцій, необхідних за умов змішаного навчання: віртуальний клас, розширену 3D бібліотеку, студію для створення власних об'єктів, рубрику «Навчальні комплекти», що містить готовий контент. Матеріали охоплюють більшу частину дисциплін, що вивчаються в ЗЗСО, а застосунок Arloopa, містить кейси з готовими AR об'єктами, які структуровані за категоріями: освіта, тварини, мистецтво, наука і технології та готові до використання в освітньому процесі.

Виходячи з аналізу сучасних емпіричних та теоретичних досліджень, можна виділити такі ключові педагогічні функції імерсивних технологій:

1. *Пізнавально-візуалізаційна.* AR/VR дозволяють учням взаємодіяти із тривимірними моделями та процесами, які в реальних умовах недоступні або небезпечні. Це сприяє формуванню глибших ментальних репрезентацій знань.

2. *Дослідницько-діяльнісна.* Завдяки змінним параметрам симуляцій учні можуть здійснювати науковий пошук: висувати гіпотези, експериментувати та аналізувати результати [3].

3. *Мотиваційна.* VR/AR суттєво підвищують внутрішню мотивацію до навчання, оскільки створюють ситуації успіху та відчуття контролю над процесом [1].

4. *Диференціаційна та інклюзивна.* Імерсивні формати дозволяють адаптувати навчальний контент до різних темпів і стилів навчання, що підвищує доступність освіти.

Згідно з концепцією blended learning, ефективне поєднання очного та онлайн-навчання потребує цифрових інструментів, які здатні забезпечити активну участь і занурення в освітній процес. Імерсивні сервіси виступають не просто технологічними засобами, а педагогічними медіаторами, які: трансформують пасивне сприйняття у діяльнісне навчання; стимулюють емоційно-когнітивне залучення; дозволяють візуалізувати абстрактні поняття та явища; створюють інтерактивне освітнє середовище, у якому учень стає активним дослідником.

Класифікація імерсивних сервісів для освіти, зокрема, з можливістю інтеграції у змішане навчання (табл. 1).

Таблиця 1

Тип технології	Характеристика	Освітні приклади
Доповнена реальність (AR)	Поєднання реально-го середовища з цифровими об'єктами	Physics Lab AR, Merge Cube, ARLOOPA, Quiver, Blippar
Віртуальна реальність (VR)	Створення повністю віртуального навчального простору	Google Expeditions VR, VRLab Academy, MEL VR Science Simulations
Змішана реальність (MR)	Інтерактивна взаємодія між реальними та віртуальними об'єктами	Microsoft HoloLens, CoSpaces EDU, Engage XR

Розглянемо деякі приклади практичного використання імерсивних сервісів у змішаному навчанні (див. табл. 2).

Науковцями Інституту цифровізації освіти НАПН України розроблено Каталог імерсивних технологій <https://www.immersive-tools.pp.ua> з можливістю здійснювати добір сервісів для освітніх потреб за категоріями, предметами, платформою, на якій працює відповідний сервіс. Каталог налічує близько 50 сервісів і постійно наповнюється (див. рис. 1, 2).

Зручність каталогу полягає в системі фільтрації за такими параметрами: AR/VR/XR/360°-відео, 3D-моделювання; можливість обрати клас навчання та предмет; умови використання (платний/безкоштовний) та вибір платформи на якій працює сервіс.

Таблиця 2

Навчальний предмет	Імерсивний сервіс (платформа)	Можливості застосування	Приклад використання у змішаному навчанні
Фізика	Physics Lab AR	Віртуальні експерименти з електрики, оптики, механіки. Створення моделей фізичних явищ із можливістю змінювати параметри.	Тема «Закони Ньютона»: учні створюють віртуальну модель руху тіла по похилій площині, змінюють масу й силу, аналізують результати.
	MEL VR Science Simulations	Візуалізація складних або недоступних для спостереження явищ.	Учні досліджують будову атома, рух молекул, еволюцію зірок. Обговорення результатів відбувається у класі після VR-спостережень.
Географія	Google Expeditions	Віртуальні екскурсії та 3D-мандрівки у будь-які куточки світу.	Учні «занурюються» в океанічні глибини; у класі аналізують дані, створюють карти чи інфографіки.
Історія	CoSpaces EDU	Створення інтерактивних 3D-реконструкцій історичних подій або середовищ.	Учні моделюють битву під Берестечком або побут Київської Русі, додаючи коментарі та анімацію.
Біологія	Merge Cube	Вивчення 3D-моделей органів, клітин, біологічних систем.	Учні «тримають» у руках модель серця, досліджують його будову, після чого виконують онлайн-тестування чи презентують результати.
Хімія	Merge Cube / CoSpaces EDU	Візуалізація молекулярних структур і реакцій.	Учні створюють 3D-моделі молекул, аналізують хімічні зв'язки в доповненій реальності.
Математика	GeoGebra AR	Побудова тривимірних фігур у просторі, аналіз геометричних співвідношень.	Учні досліджують параметри параболоїда, піраміди чи кулі у реальному середовищі, поєднуючи AR-візуалізацію з традиційними розрахунками.
Інформатика / STEM	Microsoft HoloLens	Моделювання алгоритмів, 3D-програмування, створення STEM-проектів.	Учні працюють над створенням віртуальних прототипів робіт або інженерних систем у змішаному форматі (онлайн + офлайн).

Для ефективного використання імерсивних технологій варто дотримуватись методично виважених підходів, зокрема, під час застосування технології перевернутого класу («Flipped classroom») учні ознайомлюються з AR/VR-контентом вдома, а на уроці аналізують і обговорюють результати. Наприклад, при вивченні теми «Будова атома» (хімія чи фізика, 8-9 клас)

можна запропонувати учням MEL Chemistry VR, AR Atom Visualizer, Merge Cube. Домашній етап підготовки учнів до уроку полягає у самостійному зануренні у віртуальний контент. Учні отримують посилання на відеоінструкцію та AR-додаток (MEL Chemistry VR або Merge Cube). Вдома за допомогою смартфона або планшета вони запускають AR-модель атома, розглядають електронні орбіталі, ядро, заряд частинок, проводять міні-симуляції (наприклад, зміна кількості протонів → інший елемент). У Google Classroom відповідають на короткі запитання-тест (наприклад, «Як змінюється заряд атома, якщо кількість електронів перевищує кількість протонів?»). В результаті у них має сформуватися базове уявлення про структуру атома.

На етапі аудиторного вивчення теми вчитель проводить коротку рефлексію за результатами домашнього AR-завдання, учні працюють у групах: створюють у CoSpaces EDU або AR Atom Visualizer власні моделі атомів різних елементів, виконують міні-проект: порівнюють будову атома Гелію та Літію, виявляють закономірності. На етапі завершення уроку – взаємооцінювання через AR-галерею (перегляд моделей інших команд у віртуальному просторі). Внаслідок такої форми роботи в учнів формується глибше розуміння структури атома через дослідницьку та візуальну діяльність. І на завершення проводимо рефлексію та узагальнення. Учні записують коротке відео (2–3 хвилини) з поясненням власної AR-моделі за умов дистанційного уроку (можна використати ScreenCast-O-Matic або Flipgrid) або ж обговорення в колективі, якщо урок проводився очно. Додатково учні можуть пройти AR-квест із завданнями на визначення елементів періодичної системи. Як результат спостерігаємо покращення розуміння абстрактних понять (атом, орбіта, заряд), підвищення залученості через взаємодію з 3D-об'єктами, розвиток дослідницьких навичок і цифрової грамотності.

Інтеграція сервісів доповненої реальності у навчальний процес створює інтерактивне, дослідницьке та мотивуюче освітнє середовище, у якому учень виступає не пасивним споживачем, а активним здобувачем знань. Для вчителя AR є методичним інструментом нового покоління, який дозволяє індивідуалізувати навчання, підвищити його ефективність і відповідність вимогам НУШ (див. *табл. 3*).

Висновки. Імерсивні сервіси є ефективним інструментом реалізації принципів змішаного навчання. Вони допомагають поєднати цифрову інтерактивність із живим педагогічним спілкуванням, сприяють формуванню нових освітніх практик і розвитку компетентностей XXI століття. Забезпечують підвищення залученості учнів, сприяють розвитку дослідницьких і когнітивних навичок, формують позитивну мотивацію до навчання. Ефективне впровадження таких технологій потребує методичної підготовки педагогів, технічного забезпечення закладів освіти та системного підходу до інтеграції AR/VR у навчальні програми.

Перспективи подальших досліджень вбачаємо в оцінці когнітивного ефекту від використання AR/VR у різних вікових групах; розробку методичних моделей інтеграції імерсивних технологій у навчальні програми; аналіз взаємозв'язку між імерсивним досвідом і формуванням навчальної мотивації.

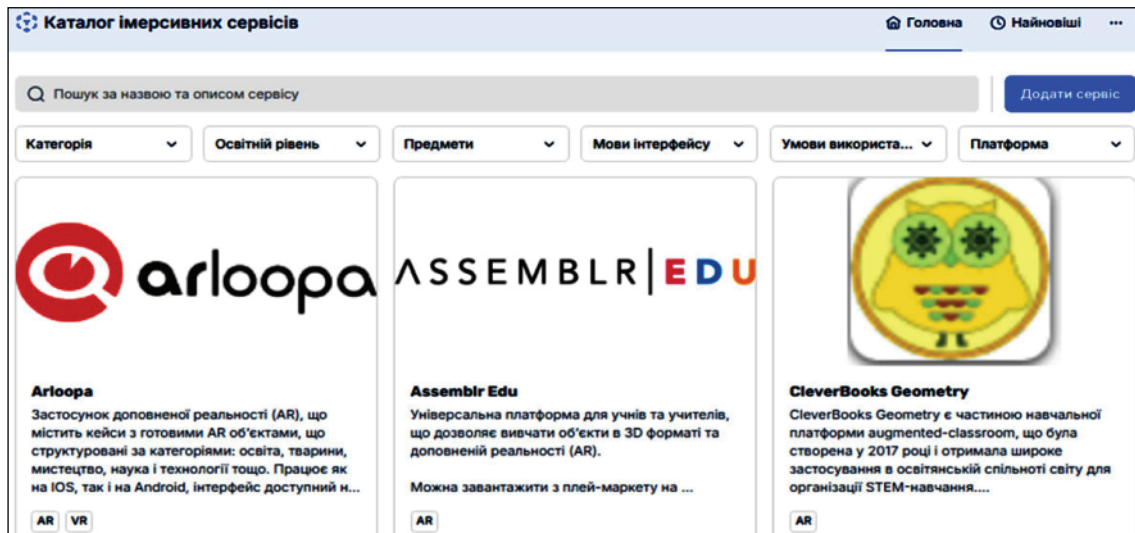


Рис. 1. Інтерфейс «Каталогу імерсивних сервісів»

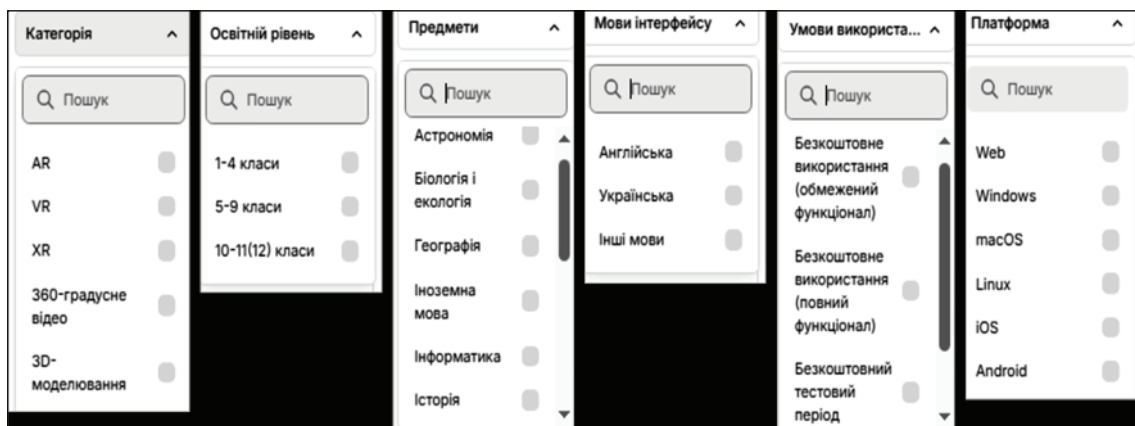


Рис. 2. Головна сторінка «Каталогу імерсивних сервісів»

Таблиця 3.

Категорія	Переваги для учнів	Переваги для вчителів
Когнітивний розвиток	– Покращення розуміння абстрактних і складних понять завдяки 3D-візуалізації (фізичні закони, хімічні реакції, анатомічні структури). – Активізація мислення через маніпуляцію об'єктами в просторі (аналіз, синтез, порівняння).	– Можливість пояснити складні теми через інтерактивні моделі, зменшуючи когнітивне навантаження. – Ефективне використання часу на уроці завдяки візуальним симуляціям замість тривалих демонстрацій.
Мотиваційний компонент	– Висока залученість завдяки ефекту «занурення» (immersive learning). – Підвищення інтересу до навчання через ігрові елементи (гейміфікація).	– Можливість утримувати увагу учнів навіть у складних темах. – Позитивний вплив на дисципліну та темп уроку завдяки інтерактивності.
Практичне застосування знань	– Учні можуть «експериментувати» без ризику: проводити віртуальні досліди, змінювати параметри явищ, моделювати процеси.	– Безпечне проведення демонстрацій без потреби у дорогому або небезпечному обладнанні. – Розширення дидактичних можливостей за відсутності лабораторії.
Доступність і інклюзивність	– AR забезпечує можливість самостійного навчання у власному темпі, незалежно від рівня підготовки. – Підтримує учнів з особливими освітніми потребами через візуальні й аудіо підказки.	– Полегшує диференціацію навчання (адаптація складності завдань). – Дає змогу організувати індивідуальні та групові формати роботи.
Комунікація й співпраця	– Розвиток командної роботи під час створення спільних AR-проектів (CoSpaces EDU, Merge EDU). – Підвищення комунікативних навичок через пояснення власних моделей.	– Зручний інструмент для реалізації проєктно-дослідницьких підходів. – Можливість оцінювати не лише результат, а й процес взаємодії учнів.
STEM-та компетентнісний розвиток	– Поглиблення розуміння міжпредметних зв'язків (фізика + інформатика + математика). – Формування цифрової, наукової, інженерної компетентностей.	– Підтримка інтегрованих уроків та міждисциплінарних проєктів. – Можливість підготовки учнів до участі в STEM-олімпіадах і конкурсах.
Цифрова компетентність	– Учні навчаються працювати з сучасними технологіями (AR-додатки, QR-коди, 3D-моделювання). – Формується критичне ставлення до цифрового контенту.	– Розвиток цифрової компетентності вчителя. – Збагачення власного методичного арсеналу сучасними EdTech-інструментами.

Список використаних джерел:

1. Baptista De Lima, C., Walton, S., & Owen, T. A critical outlook at augmented reality and its adoption in education. *Computers and Education Open*. 2022. Vol. 3. Article 100103. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.caeo.2022.100103>
2. Bower, M., Howe, C., McCredie, N., Robinson, A., & Grover, D. Augmented reality in education – Cases, places and potentials. *Educational Media International*. 2020. Vol. 51, No. 1. P. 1–15.
3. Cen, L., Ruta, D., Al Qassem, L. M.M.S., & Ng, J. Augmented immersive reality (AIR) for improved learning performance: A quantitative evaluation. *IEEE Transactions on Learning Technologies*. 2019. Vol. 13, No. 2. P. 283–296.
4. Fromm, J., Radianti, J., Wehking, C., Stieglitz, S., Majchrzak, T.A., & vom Brocke, J. More than experience? On the unique opportunities of virtual reality to afford a holistic experiential learning cycle. *The Internet and Higher Education*. 2021. Vol. 50. Article 100804. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.iheduc.2021.100804>
5. Effects of Augmented Reality on Students' Higher Order Thinking: A Meta-Analysis [Електронний ресурс]. 2024. URL: https://www.researchgate.net/publication/387713330_Effects_of_Augmented_Reality_on_Students'_Higher-Order_Thinking_A_Meta-Analysis (дата звернення: 7.10.2025).
6. Литвинова С.Г. Використання мобільного застосунку ARLOOPA в умовах змішаного навчання учнів. *Науковий вісник Ужгородського університету. Серія: «Педагогіка. Соціальна робота»*. 2025. 1 (56). С. 115–120.
7. Литвинова С., Буров О., Семеріков С. Концептуальні підходи до використання засобів доповненої реальності в освітньому процесі. *Modern information technologies and innovation methodologies of education in professional training methodology theory experience problems*. 2021. Вип. 55. С. 46–62.
8. Носенко Ю.Г. Імерсивні технології для підтримки змішаного навчання у вітчизняних закладах загальної середньої освіти. *Нова педагогічна думка*. 2024. 4 (120). С. 32–38. URL: <https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/744289/>
9. Слободяник О.В. Використання сервісів імерсивних технологій на уроках природничо-математичного циклу за умов змішаного навчання. *Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серія педагогічна*. 2024. Вип. 30. С. 96–100.
10. Слободяник О.В. Огляд мобільних застосунків доповненої реальності для учнівських досліджень. *Цифрова трансформація науково-освітніх середовищ в умовах воєнного стану: збірник матеріалів. Звітна наукова конференція Інституту цифровізації освіти НАПН України, 23 лютого 2024 р., м. Київ*. С. 142–144.

Vadym SAVCHENKO, Olha SLOBODYANYK

Institute of Digitalization of Education of the National Academy of Sciences of Ukraine

SELECTION OF IMMERSIVE SERVICES TO SUPPORT BLENDED LEARNING IN GENERAL SECONDARY EDUCATION INSTITUTIONS

Abstract. The article examines theoretical and practical aspects of using immersive services in the process of blended learning in general secondary education institutions. The essence of the concepts of augmented reality (AR), virtual reality (VR), and mixed reality (MR) and their roles in shaping an interactive educational environment are

analyzed. The pedagogical advantages of using immersive technologies are highlighted, including the enhancement of students' motivation, visualization of complex concepts, development of spatial thinking, and formation of independent and research-based learning skills. Methodological strategies for integrating AR/VR/MR into blended learning and prospects for further research are identified.

Key words: immersive technologies, augmented reality, virtual reality, blended learning, educational innovations.

References:

1. Baptista De Lima, C., Walton, S., & Owen, T. A critical outlook at augmented reality and its adoption in education. *Computers and Education Open*. 2022. Vol. 3. Article 100103. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.caeo.2022.100103>
2. Bower, M., Howe, C., McCredie, N., Robinson, A., & Grover, D. Augmented reality in education – Cases, places and potentials. *Educational Media International*. 2020. Vol. 51, No. 1. P. 1–15.
3. Cen, L., Ruta, D., Al Qassem, L. M.M.S., & Ng, J. Augmented immersive reality (AIR) for improved learning performance: A quantitative evaluation. *IEEE Transactions on Learning Technologies*. 2019. Vol. 13, No. 2. P. 283–296.
4. Fromm, J., Radianti, J., Wehking, C., Stieglitz, S., Majchrzak, T.A., & vom Brocke, J. More than experience? On the unique opportunities of virtual reality to afford a holistic experiential learning cycle. *The Internet and Higher Education*. 2021. Vol. 50. Article 100804. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.iheduc.2021.100804>
5. Effects of Augmented Reality on Students' Higher Order Thinking: A Meta-Analysis [Електронний ресурс]. 2024. URL: https://www.researchgate.net/publication/387713330_Effects_of_Augmented_Reality_on_Students'_Higher-Order_Thinking_A_Meta-Analysis
6. Lytvynova S.H. Vykorystannia mobilnoho zastოსunku ARLOOPA v umovakh zmishanoho navchannia uchniv *Naukovyi visnyk Uzhhorodskoho universytetu. Seriya: «Pedagogika. Sotsialna robota»*. 2025. 1 (56). S. 115–120.
7. Lytvynova S., Burov O., Semerikov S. Kontseptualni pidkhody do vykorystannia zasobiv dopovnenoї realnosti v osvıtnomu protsesi. *Modern information technologies and innovation methodologies of education in professional training methodology theory experience problems*. 2021. Vyp. 55. S. 46–62.
8. Nosenko Yu.H. Imersyvni tekhnolohii dlia pidtrymky zmishanoho navchannia u vitchyznianskykh zakladakh zahalnoi serednoi osvity. *Nova pedahohichna dumka*. 2024. 4 (120). S. 32–38. URL: <https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/744289/>
9. Slobodanyk O.V. Vykorystannia servisiv imersyvnykh tekhnolohii na urokakh pryrodnycho-matematychnoho tsyklu za umov zmishanoho navchannia. *Zbirnyk naukovykh prats Kamianets-Podilskoho natsionalnoho universytetu imeni Ivana Ohienka. Seriya pedahohichna*. 2024. Vyp. 30. S. 96–100.
10. Slobodanyk O.V. Ohliad mobilnykh zastოსunkiv dopovnenoї realnosti dlia uchnivskykh doslidzhen. *Tsyfrova transformatsiia nauково-osvitnich seredovyshch v umovakh voiennoho stanu: zbirnyk materialiv. Zvitna naukova konferentsiia Instytutu tsyfrovizatsii osvity NAPN Ukrainy, 23 liutoho 2024 r., m. Kyiv*. S. 142–144.

Отримано: 20.11.2025

Микола САДОВИЙ¹, Олена ТРИФОНОВА²

Центральноукраїнський державний університет імені Володимира Винниченка

e-mail: ¹smikdpu@i.ua, ²olenatrifonova82@gmail.comORCID: ¹0000-0001-6582-6506, ²0000-0002-6146-9844**МЕТОДОЛОГІЧНІ ТА МЕТОДИЧНІ АСПЕКТИ ФОРМУВАННЯ КОМПЕТЕНТНОСТІ «ЗДАТНІСТЬ ЗАХИЩАТИ БАТЬКІВЩИНУ» У НАВЧАННІ ФАХОВИХ ДИСЦИПЛІН**

Анотація. У статті розглянуто актуальну проблему виховання у здобувачів освіти таких важливих якостей як внутрішня готовність до захисту країни, шляхи реалізації нової стратегії національно-патріотичного виховання як багатокомпонентної та багатовекторної системи на основі співробітництва між системою освіти, органами державної влади та громадськими організаціями, проаналізовано законодавчі, нормативні документи й окреслено методологічні та методичні аспекти формування компетентності «здатність захищати Батьківщину» у навчанні фахових дисциплін у закладах освіти. Серед сукупності ОПП спеціальностей вказана компетентність займає особливе місце в спеціальності Професійна освіта (Цифрові технології), так як при її вивченні формується значна кількість результатів навчання, які необхідні фахівцям РЕБів, операторів БПЛА та ін. Тут здобувачі освіти набувають теоретичні знання й практичні навички, зокрема з радіоелектронної боротьби. В умовах ведення бойових дій радіоелектронна боротьба (РЕБ) із БПЛА набула відчутного, нерідко критичного значення, є одним із ключових інструментів можливої протидії високотехнологічним загрозам. У статті сформовані методичні аспекти формування компетентності «здатність захищати Батьківщину», де передбачено ознайомити здобувачів освіти з засобами боротьби з БПЛА.

Ключові слова: здатність захищати Батьківщину, методологічні та методичні аспекти, компетентність, радіоелектронна боротьба, безпілотні літальні апарати, освітній процес.

Постановка проблеми. Практика діяльності закладів освіти свідчить, що нині основним завданням стратегії активного навчання є зміна форм організації освітньої діяльності. Така зміна передбачає перехід від знаннєвої парадигми до практичних результатів навчання, що значно змінює роль і позиціонування викладачів. Такий підхід потребує створення відповідних технологій навчання, де на передній план висуваються інноваційна методика й інтерактивні методи та прийоми людиноцентрованого навчання з формування чи не найважливішої з відомих компетентностей – «здатність захищати Батьківщину». Такої методики ще не створено, тому проблема є новою й актуальною. Для її формування необхідно використати набутий досвід військових кафедр закладів вищої освіти (ЗВО), де такі кафедри функціонують та методики навчання предмета «Захист Вітчизни» у закладах загальної середньої (ЗЗСО), професійної (професійно-технічної) (ЗП(П-Т)О), фахової передвищої освіти (ЗФПО) [1].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. С. Шоптенко розкриває сутність методики формування ключових компетентностей учнів на уроках предмета «Захист Вітчизни» засобами інтерактивного навчання [7].

Н. Сукачова окреслює нові стратегії національно-патріотичного виховання як багатокомпонентної та багатовекторної системи на основі співробітництва між системою освіти, органами державної влади та громадськими організаціями [1].

Н. Кириленко, М. Прокопенко розглянули проблему формування емоційно-етичної компетентності учнів середніх класів під час вивчення воєнної літератури, де викладено збалансоване зображення героїзму, патріотизму, страждань та жаків війни, що дозволяє сформувати у школярів розуміння важливості миру і гуманізму [2].

І. Балуба, А. Биченко, Д. Добровольський, В. Замятіна, О. Литвиненко, М. Міщенко, П. Стецюк, Ю. Якименко визначили причини браку компетенцій для аналізу й узагальнення отриманої молоддю інформації, че-

рез що кількість спожитої інформації далеко не завжди переходить у якість правильних висновків [8]. Це посилює значущість громадянської освіти як засобу вироблення у громадян імунітету до інформаційно-психологічних спецоперацій країни-агресора, ворожого пропаганди та фейків, спрямованих на послаблення стійкості українського суспільства, підризу довіри до міжнародних партнерів України та поширення антиєвропейських і антизахідних настроїв.

В. Лутаєнко у віршованій формі та прозі передає основні проблеми пов'язані з воєнними буднями молоді, що воює нині на різних фронтах [5].

Ю. Колесніченко, М. Садовий, Д. Соменко, О. Трифоновна розглянули проблему розвитку кібербезпекової компетентності здобувачів освіти з застосуванням технологій нульового розголошення [3].

Статтею 6 Закону України «Про основи національного спротиву» визначено, що основою підготовки громадян України до національного спротиву є їхня загальновійськова підготовка, яка організовується за територіально-зональним принципом, ґрунтується на засадах високої мотиваційної привабливості та узгоджується з процесом трансформації системи комплектування за призовом відповідно до принципів та найкращих практик держав – членів НАТО. Зміст такої підготовки полягає в опануванні початковими знаннями в ЗЗСО, ЗП(П-Т)О, ЗФПО та базовими загальновійськовими знаннями, практичними вміннями і навичками у ЗВО, навчальних центрах тощо.

Постановою Кабінету Міністрів № 734 від 21 червня 2024 р. затверджено Порядок організації БЗВП громадян України (жіноча стаття добровільно), що здобувають вищу освіту (другий рік навчання) та поліцейських.

МОН України листом №1/4893-25 від 14.03.2025 роз'яснило, що у стандартах вищої освіти, які будуть затверджуватись з 2025 року, серед загальних (ключових) компетентностей буде передбачено «здатність захищати Батьківщину». Окремі компетентності (результати навчання), які набуваються при проходженні

БЗВП, у тому числі з підвищеними вимогами щодо рівня їх складності, можуть бути визначені як обов'язкові спеціальні компетентності (програмні результати навчання) для певних спеціальностей (освітніх програм) та включені до відповідних стандартів вищої освіти.

Ректори ЗВО у погодженні з Генеральним штабом ЗСУ затверджують «Програму теоретичної базової загальновійськової підготовки».

На основі окреслених документів кафедри ЗВО мають зробити зміни до ОПП спеціальностей, а науково-педагогічні працівники внести визначену компетентність «здатність захищати Батьківщину» до робочих навчальних програм. Так заплановано. Звідси випливає актуальність дослідження пов'язана чи не з першою спробою здійснити аналіз напрацювань і визначити основні напрямки методики формування компетентності «здатність захищати Батьківщину» у закладах освіти.

Метою дослідження є визначення методологічних і методичних аспектів навчання навчальної дисципліни «Базова загальновійськова підготовка» та формування компетентності «здатність захищати Батьківщину».

Виклад основного матеріалу. Впродовж останніх більше ніж 10 років у закладах освіти добре усвідомлено, що одним із головних завдань освітнього процесу є формування психологічної готовності та набуття знань підготовки здобувачів освіти відповідно до реалій життя: уміти обґрунтовано аналізувати ситуації, здійснювати їх синтез, узагальнення та приймати рішення, набувати знання, вміння та навички, за які нести відповідальність. Військові аналітики стверджують, що в цьому процесі без групової форми діяльності не обійтися, де обов'язковим елементом має бути узгодження дій з усіма учасниками процесу, має бути розвитим уміння спілкуватися, бути толерантним тощо. Події останніх років стали досить вагомим каталізатором для докорінних змін у всіх галузях діяльності. Освітня система України є найбільш подразливою до змін і швидко трансформується на виклики, щоб відповідати потребам суспільства.

Особливого значення набуває необхідність підготовки молоді до будь-яких випробувань та формування в неї практичних навичок, які допоможуть їм захистити себе, свою родину та Батьківщину. Саме тому підходи до викладання навчального предмета базової загальновійськової підготовки зазнали кардинальних нововведень. Це викликає необхідність модернізації організації освітнього процесу під час вивчення різних дисциплін.

Порядок підготовки й проведення навчання студентів у ЗВО з оволодіння базовими загальновійськовими знаннями визначений на законодавчому та виконавському рівнях. Серед сукупності ОПП спеціальностей особливе місце належить спеціальності Професійної освіти (Цифрові технології), так як при її вивченні формується значна кількість результатів навчання, які необхідні фахівцям РЕБів, операторів БПЛА та ін. Тут здобувачі освіти набувають теоретичні знання й практичні навички, зокрема з радіоелектронної боротьби. В умовах ведення бойових дій радіоелектронна боротьба (РЕБ) із БПЛА набула відчутного, нерідко критичного значення, є одним із ключових інструментів можливої протидії високотехнологічним загрозам.

Таким чином, проблема методики формування компетентності «здатність захищати Батьківщину» і, зокрема навчання радіоелектронної боротьби є актуальною. Поняття квадрокоптери, роботи, дрони, 3D-друк, автоматизовані системи та ін. значно переосмислені в свідомості студентської молоді, та цьому сприяли події останніх років.

Про шахеди раніше в основному дізнавалися з ЗМІ. Починаючи з 2025–2026 навчального року студенти розпочинають систематичне вивчення базової військової підготовки. Одним із елементів такої підготовки студентів спеціальності Професійна освіта (Цифрові технології) є вивчення дії та будови безпілотних літальних апаратів і, зокрема шахедів, РЕБів та ін. Пропонуються деякі методичні аспекти навчання цієї галузі. В основу можна взяти «Методичні рекомендації підрозділам щодо боротьби з безпілотними літальними апаратами іранського виробництва «Камікадзе» «Shahed-136» («Герань-2»)» [6].

Практичне використання безпілотних літальних апаратів започатковане з представлення Н. Тесла невеликого радіокерованого судна у 1899 р.

Найбільш вдалою була розробка військового інженера О. Кеттерінга, який у 1910 р. представив декілька моделей безпілотних літальних апаратів.

У Великобританії у 1933 р. сконструйовано біплани Fairy Queen радіокеровані з судна. Перші спроби були невдалими, але з удосконаленням безпілотні апарати з 1934 по 1943 роки вдало використовувалися королівськими Військово-морськими силами.

Значних успіхів досягли німецькі інженери з виготовлення радіокерованих безпілотних апаратів. Були створені наповнені вибухівкою бомби Henschel Hs 293, Fritz X, радіокерований літак та ін. Вони досить успішно використовувалися на Середземному та Північному морях для знешкодження військових кораблів. На початку XX ст. ефективною була перша в світі крилата ракета Фау-1 з реактивним пульсовим двигуном. Вона запускалася як із землі, так і з повітря. У 1942 р. серійного виробництва набула ракета Фау-2 із системою керування за заданою траєкторією впродовж всього польоту. Крім цього, були розроблені керовані авіабомби.

В Україні з 2016 р. безпілотні ударні апарати стали випускатися на потужностях ДП «Антонов». Основним призначенням нового тактичного багатофункціонального безпілотного авіакомплексу є розвідка, враження наземних цілей, бронетехніки. До цієї роботи залучалися ДАХК «Артем», ДП «Ізюмський приладобудівний завод», ДП «Оризон-навігація», ДП «Запорізьке машинобудівне конструкторське бюро «Прогрес» імені академіка О.Г. Івченка», ПАТ «Київський завод «Радар» та ряд підприємств космічного агентства. Найбільш поширеними військовими БПЛА є розвідувальні коптери, цивільні моделі DJI і Autel, ударні FPV, «Лелека-100», «Фурія» та SHARK.

Доцільно звернути увагу здобувачів освіти на технологію нівелювання ураження цілей. Загальновідомо, що дрон наводиться на стаціонарну ціль за супутниковими координатами. Установку для запуску виготовляють на контейнері (як правило по 5 БПЛА) і маскують під вантажівку, вагони потягів та ін.

Двигунами слугують двотактні двоциліндрові (50 к.с. – 37 кВт) розмірів, що встановлювалися на мо-

тоциклах «Ява», звук яких нагадує звук бензопили чи мопеда. Бойова частина розміщується у передній частині дрона (боєзаряд 40–50 кг, снаряд 155 мм гармати M795 має масу 11 кг), злітна вага близько 200 кг. Має форму трикутника, виготовлений із вуглецевого довжиною близько 3,5 м, розмах крила 2,5 м. Дальність польоту сягає 2500 км, швидкість руху 150–180 км/год, висота польоту 60–4000 м. Система навігації включає GPS та інерційну систему. На крилі розташовані антени: у 2023 році шахеди мали 4 каналні антени, потім 8 каналні, 12 каналні, а нині 16 каналні системи.

Методика формування компетентності «здатність захищати Батьківщину» передбачає ознайомити здобувачів освіти з засобами боротьби і БПЛА, до яких віднесено:

- принцип роботи радарних, акустичних, радіочастотних, оптичних систем;
- види РЕБ GPS сигналів придішення, перехоплення чи дезорієнтації;
- технології формування сигналів навігації для глушіння чи дезорієнтації супутникових сигналів (GPS/GNSS) для дезорієнтації БПЛА;
- системи кінетичних заходів: стрілецька зброя, зенітні комплекси, дрони-камікадзе, дрони-перехоплювачі тощо;
- ефективність систем сіток як способу захоплення дронів у повітрі;
- методики підготовки дрессованих орлів та соколів для перехоплення дронів;
- застосування лазерної зброї;
- створення засобів електромагнітної боротьби (ЕМЗ) для знищення електронних компонентів дронів через вплив електромагнітного випромінювання;
- технологія спуфінг – підміни координат для штучного введення хибних географічних координат у систему навігації дрона.

Як правило, для шахеда створюється зона супутникової навігації і розбудовується супутникова система наведення. Тут необхідні знання з основ радіолокації і методичним завданням є віднайти способи навчити здобувачів освіти спотворити його маршрути руху одночасно з подавленням сигналу системами радіоелектронної боротьби. Це означає, що нині оператору РЕБу необхідно створити навколо безпілотної дрона 16 джерел спотворень (по кількості каналів зв'язку), щоб вплинути на нього. Крім цього, без забезпечення оперативної стійкості й ефективності власних систем управління та зв'язку успіху може не бути. Звідси випливає важливість і актуальність набуття студентами відповідних компетентностей в час, коли у ЗВО запроваджується курс базової військової підготовки.

У навчанні студентів спеціальності Професійна освіта (Цифрові технології) визначені методичні напрямки є досить важливими і мають включати три основні компоненти:

- навчити здобувачів освіти фізичних явищ радіолокаційного виявлення, аналізу виявлених сигналів противника з метою його спотворення і надання інформації засобом електромагнітної боротьби. Це не виключає й отримання розвідувальної інформації;
- надання навичок здобувачам освіти створювати активні радіоелектронні перешкоди, які заважають або повністю блокують роботу ворожих систем зв'язку, навігації, радіолокації;

– розглянути заходи забезпечення захищеності власних робочих систем від впливу ворожих засобів радіоелектронного подавлення, формування навичок радіомаскування, зміну робочих частот, резервування каналів зв'язку.

Таким чином, методика навчання радіоелектронної боротьби з БПЛА включає комплекс заходів і засобів, що забезпечують досягнення переваги в електромагнітному середовищі через ефективну систему впливу на радіоелектронні системи противника та захисту власних. Тоді РЕБ є ефективним в порушенні роботи та злагодженості дій в зв'язу, навігації, управлінні й розвідці супротивника. Для боротьби з БПЛА потрібні коліматорні приціли, лазерні системи наведення, дрони супроводу, дрони-розвідники, аудіовізуальні пости огляду, спеціальні (нічні, електронні, з сітками вимірювання) біноклі та ін.

Висновки. У статті розглянуто важливу проблему методики формування здобувачів освіти такої необхідної компетентності як «здатність захищати Батьківщину» під час навчання в закладі освіти. Окреслено основні методи, способи, заходи та технології забезпечення предметної складової вказаної компетентності. Здійснено аналіз джерельної бази для практичної реалізації в ході освітнього процесу. Перспективними є питання розробки курсів і спецкурсів із реалізації поставлених завдань.

Список використаних джерел:

1. Захист Вітчизни (рівень стандарту): підруч. для 10 кл. закл. заг.серед. осв. / С. Хараху, В. Павлов, І. Дзюба, Є. Саганчі. Львів: Світ, 2018. 216 с.
2. Кириленко Н., Прокопенко М. Формування емоційно-етичної компетентності учнів середніх класів під час вивчення воєнної літератури. *Педагогічні науки: теорія, історія, інноваційні технології*, 2024. № 6 (140). С. 209–220.
3. Колесніченко Ю.В., Трифонова О.М., Соменко Д.В., Садовий М.І. Розвиток кібербезпекової компетентності здобувачів освіти із застосуванням технологій нульового розголошення. *Педагогічні науки: теорія та практика*. 2024. Вип. 3. С. 172–178.
4. Концепція національно-патріотичного виховання в системі освіти України. URL: <https://cutt.ly/vXSmoU> (дата звернення: 17.10.2025).
5. Лутаєнко В.С. Лютий: війна і тиша: вірші написані війною, і тріхи ранньої прози. Врідіївка: Коваленко А.Г., 2023. 76 с.
6. Методичні рекомендації підрозділам щодо боротьби з безпілотними літальними апаратами іранського виробництва «Камікадзе» «Shahed-136» («Герань-2»). URL: https://shron1.chtyvo.org.ua/Zbroini_syly_Ukrainy/Metodychni_rekomendatsii_pidrozdilam_schodo_borotby_z_BPLA_iranskoho_vyrobnystva_Shahed-136_Heran-2.pdf?PHPSESSID=ggpkhchb35eigda5i3v3vac4g5 (дата звернення: 17.10.2025).
7. Шоптенко С.С. Правоохоронні органи як суб'єкти адміністративно-юрисдикційної діяльності. *Науковий вісник Херсонського державного університету. Серія: Юридичні науки*. 2015. Вип. 3(2). С. 181–184.
8. Якименко Ю., Стецюк П., Балуба І., Биченко А., Добровольський Д., Замятін В., Литвиненко О., Міщенко М. Сучасний стан, пріоритети та перспективи розвитку системи громадянської освіти в Україні видання підготовлене за сприяння Представництва Фонду Ганса Зайделя в Україні, 2023. 351 с.

Mykola SADOVYI, Olena TRYFONOVA

Volodymyr Vynnychenko Central Ukrainian State University.

**METHODOLOGICAL AND METHODOLOGICAL
ASPECTS OF FORMING THE COMPETENCE
«ABILITY TO DEFEND THE HOMELAND»
IN TEACHING PROFESSIONAL DISCIPLINES**

Abstract. The article considers the current problem of educating students in such important qualities as internal readiness to defend the country, ways of implementing a new strategy of national-patriotic education as a multi-component and multi-vector system based on cooperation between the education system, state authorities and public organizations, analyzes legislative, regulatory documents and outlines methodological and methodological aspects of forming the competence «ability to defend the Homeland» in teaching professional disciplines in educational institutions. Among the set of OPP specialties, the specified competence occupies a special place in the specialty of Professional Education (Digital Technologies), since its study forms a significant number of learning outcomes that are necessary for EW specialists, UAV operators, etc. Here, students acquire theoretical knowledge and practical skills, in particular in electronic warfare. In the conditions of combat operations, electronic warfare (EW) with UAVs has acquired tangible, often critical importance, and is one of the key tools for possible counteraction to high-tech threats. Methodological aspects of the formation of the competence «ability to defend the Motherland» have been formed, where it is planned to familiarize students with the means of combating UAVs.

Key words: ability to defend the Motherland, methodological and methodological aspects, competence, electronic warfare, unmanned aerial vehicles, educational process.

References:

1. Zakhyst Vitchyzny (riven' standartu): pidruch. dlya 10 kl. zakl. zah.sered. osv. / S. Kharakhu, V. Pavlov, I. Dzyuba, YE. Sahanchi. Lviv: Svit, 2018. 216 s.
2. Kyrilenko N., Prokopenko M. Formuvannya emotsiynno-etychnoyi kompetentnosti uchniv serednikh klasiv pid chas vyvchennya voyennoyi literatury. *Pedahohichni nauky: teoriya, istoriya, innovatsiyni tekhnolohiyi*, 2024. № 6 (140). S. 209–220.
3. Kolesnichenko Yu.V., Tryfonova O.M., Somenko D.V., Sadovyy M.I. Rozvytok kiberbezpekovoyi kompetentnosti здобувачів освіти із застосуванням технологій нульового роз'holoshennya. *Pedahohichni nauky: teoriya ta praktyka*. 2024. Vyp. 3. S. 172–178.
4. Kontseptsiya natsional'no-patriotychnoho vykhovannya v systemi osvity Ukrayiny. URL: <https://cutt.ly/vXSmoU>
5. Lutayenko V.S. Lyuty: viyna i tysha: virshi napysani viynoyu, i trykhy rann'oyi prozy. Vradiyivka: Kovalenko A.H., 2023. 76 s.
6. Metodychni rekomendatsiyi pidrozdilam shchodo borot'by z bezpilotnymi lital'nymy aparatamy irans'koho vyrobnytstva «Kamikadze» «Shahed-136» («Heran'-2»). URL: https://shron1.chtyvo.org.ua/Zbroini_syly_Ukrainy/Metodychni_rekomendatsii_pidrozdilam_schodo_borotby_z_BPLA_iranskoho_vyrobnytstva_Shahed-136_Heran-2.pdf?PHPSESSID=ggpkhchb35eigda5i3v3vac4g5
7. Shoptenko S.S. Pravookhoronni orhany yak sub'yekty administratyvno-yurysdyktsiynoyi diyal'nosti. *Naukovyy visnyk Khersons'koho derzhavnoho universytetu. Seriya: Yurydychni nauky*. 2015. Vyp. 3(2). S. 181–184.
8. Yakymenko Yu., Stetsyuk P., Baluba I., Bychenko A., Dobrovol's'kyy D., Zamyatin V., Lytvynenko O., Mishchenko M. Suchasnyy stan, priorytety ta perspektyvy rozvytku systemy hromadyans'koyi osvity v Ukrayini vydannya pidhotovlene za spryannya Predstavnytstva Fondu Hannsa Zaydelya v Ukrayini, 2023. 351 s.

Отримано: 6.11.2025

УДК 378.147:37.091.212

DOI: 10.32626/2307-4507.2025-31.75-80

Ангеліна САМАР¹, Віта ЧЕРНЕВИЧ²¹Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»²Бердянський державний педагогічний університетe-mail: ¹samarangelina02@gmail.com, ²chernevyhvit1@gmail.comORCID: ¹0009-0002-4565-0595, ²0009-0004-5937-8152

**ЕФЕКТИВНІСТЬ PEER-TO-PEER, ЯК ІНСТРУМЕНТА ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ
ПІД ЧАС ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ ДИСЦИПЛІН ПРИРОДНИЧОГО ЦИКЛУ
У СТУДЕНТІВ ЗАКЛАДІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ**

Анотація. У статті розкрито теоретичні та методичні основи використання технології *peer-to-peer* у процесі виконання лабораторних робіт природничого циклу у закладах вищої освіти. Здійснено аналіз сучасних наукових підходів до організації взаємонавчання здобувачів вищої освіти, визначено його сутність, принципи та педагогічний потенціал. Доведено, що *peer-to-peer* є ефективним інструментом розвитку пізнавальної активності, критичного мислення, комунікативних навичок і здатності до самостійного вирішення практичних завдань. У статті підкреслено, що пірінгове навчання сприяє не лише засвоєнню знань, а й формуванню дослідницьких компетентностей, відповідальності та навичок командної роботи, що є особливо важливим під час лабораторних занять.

На основі узагальнення попередніх досліджень окреслено класифікацію форм *peer-to-peer* взаємодії: парне, групове та мережеве навчання; симетричне й асиметричне за рівнем підготовки студентів; орієнтоване на формування базових, аналітичних і професійних компетентностей. Визначено умови ефективного впровадження цієї технології – наявність чіткої структури занять, критеріїв взаємооцінювання, цифрової підтримки та педагогічного супроводу викладача.

Результати аналізу доводять, що впровадження *peer-to-peer* навчання в лабораторний практикум дозволяє підвищити якість виконання експериментальних робіт, забезпечити глибше розуміння навчального матеріалу й створити умови для стійкої мотивації здобувачів освіти до науково-дослідної діяльності. *Peer-to-peer* розглядається як перспективна педагогічна технологія, здатна інтегрувати традиційні та інноваційні методи навчання в сучасному освітньому просторі.

Ключові слова: *peer-to-peer*, хімічні лабораторні роботи, взаємонавчання, студентоцентризм, дослідницькі компетентності.

Вступ. Сучасна система вищої освіти орієнтується на формування не лише фундаментальних теоретичних знань, а й практичних умінь і навичок, які забезпечують готовність випускника до майбутньої професійної діяльності. У підготовці фахівців природничих спеціальностей важливе місце займають лабораторні заняття, адже вони створюють умови для розвитку експериментального мислення, вміння планувати та виконувати досліди, аналізувати результати й робити обґрунтовані висновки. Проте, у практиці вищої школи все ще спостерігається домінування репродуктивних методів навчання, що обмежує активність здобувачів освіти, їхню здатність до самостійного пошуку та командної взаємодії.

Однією з інноваційних педагогічних технологій, здатних вирішити цю проблему, є реєр-to-реєр навчання – взаємонавчання студентів, що передбачає активну співпрацю, взаємне пояснення матеріалу, надання зворотного зв'язку та спільний аналіз результатів роботи. Дослідження показують, що реєр-to-реєр підхід підвищує рівень залучення здобувачів освіти до навчального процесу, розвиває критичне мислення, комунікативні та соціальні компетентності, а також формує відповідальність за результат спільної діяльності.

Використання реєр-to-реєр навчання у виконанні лабораторних робіт дисциплін природничого циклу створює додаткові можливості для формування ключових експериментальних навичок: постановки досліду, правильного відбору матеріалів і реагентів, ведення протоколів спостережень, аналізу похибок та інтерпретації результатів. Важливою перевагою є те, що студенти отримують не лише індивідуальний, але й колективний досвід – навчаються працювати в команді, аргументувати власні рішення, надавати конструктивний зворотний зв'язок.

Разом із тим, ефективне впровадження цієї технології вимагає методичної підготовки викладача, чіткого структурування навчального процесу та створення системи критеріїв для взаємооцінювання. Необхідно визначити, які форми реєр-to-реєр навчання найбільш продуктивні для різних етапів лабораторної роботи, як поєднати їх із традиційними методами викладання та яким чином забезпечити об'єктивність оцінювання.

Таким чином, актуальність дослідження обумовлена потребою у пошуку ефективних дидактичних інструментів для підвищення якості виконання лабораторних робіт, розвитку практичних компетентностей здобувачів вищої освіти і формування в них навичок співпраці.

Метою статті є теоретичне обґрунтування можливостей реєр-to-реєр навчання як фактора формування експериментальних навичок здобувачів освіти під час виконання лабораторних робіт природничого циклу та розробка методичних рекомендацій щодо його впровадження у навчальний процес закладів вищої освіти.

Завдання статті:

1. Проаналізувати сутність та види реєр-to-реєр навчання.
2. Визначити його педагогічний потенціал у розвитку експериментальних умінь здобувачів вищої освіти.
3. Окреслити методичні підходи до організації лабораторних занять із застосуванням цієї технології.
4. Розглянути можливі труднощі та шляхи їх подолання під час реалізації взаємонавчання у групі.

Виклад основного матеріалу. Лабораторні роботи є важливою складовою навчального процесу у підготовці майбутніх фахівців біологічного, хімічного та екологічного профілю. Вони спрямовані на розвиток практичних умінь, формування дослідницької культури та вміння застосовувати теоретичні знання для вирішення прикладних завдань. Проте традиційна організація таких занять часто передбачає фронтальне пояснення викладача, демонстрацію методики та індивідуальне виконання студентами експериментів за готовим алгоритмом. У результаті студенти нерідко зосереджуються на формальному виконанні інструкцій, не завжди усвідомлюючи логіку дослідження, і відчують труднощі під час аналізу похибок та інтерпретації результатів.

Реєр-to-реєр навчання змінює цю парадигму, перетворюючи лабораторні роботи з формального завдання на інтерактивний простір для співпраці. У межах цієї технології студенти працюють у парах або малих групах, де кожен учасник не лише виконує власну частину досліду, але й пояснює її іншим, консультує товаришів, пропонує шляхи вирішення проблем, що виникають у процесі роботи. Такий формат сприяє глибшому засвоєнню матеріалу, оскільки пояснення іншому вимагає систематизації знань і вміння чітко формулювати власні думки.

Навчання в умовах «реєр-to-реєр», або пірінгове навчання, спрямоване на активне залучення в освітній процес усіх його учасників. В його основі рівноправність усіх, яскраво виражений суб'єкт-суб'єктний характер комунікації, спрямований на досягнення певних педагогічних цілей, розв'язування поставлених завдань за допомогою організації взаємодії, врахування впливу кожного на мережеве співтовариство і, навпаки, впливу спільноти на кожного з його членів [1].

В освітньому процесі, на відміну від традиційної схеми «вчитель – лектор, учень/студент – слухач», учасники взаємного навчання, опосередкованого інформаційно-комунікаційними технологіями, здійснюють безперервне спільне виробництво загального навчального середовища та створення навчального контексту, необхідного для достатнього для їхньої самоосвіти [2].

Технологія реєр-to-реєр базується на сучасних принципах, серед яких ключовими є такі:

- 1) пізнання – це об'єднання (зв'язування) інформаційних вузлів, джерел інформації, що дозволяє піднятися на вищий рівень розуміння;
- 2) знання не зберігається в голові окремої людини і не може бути туди передано каналами передачі. Знання перебуває в мережі, а ключовим умінням є здатність розпізнавати зв'язки, патерни й смисли між сферами знань, концепціями, ідеями;
- 3) навчання – це процес, що відбувається в динамічному, мінливому середовищі, який не може бути повністю контрольований викладачем [3].

Попередні дослідження пірінгового навчання вказують, що цей підхід активно використовується у світовій педагогічній практиці ще з 1980-х років. Зокрема, Джонсон і Джонсон (Johnson & Johnson, 2020) визначили реєр-to-реєр як основу кооперативного навчання, що забезпечує глибше засвоєння знань порівняно з індивідуальним виконанням завдань. На думку Топпінга (Topping, 2017), ефективність пірінгових стратегій пояснюється подвійною активністю сту-

дента – як виконавця і як наставника, що сприяє розвитку когнітивних, комунікативних і метакогнітивних компетентностей.

Класифікація peer-to-peer навчання здійснюється за кількома критеріями.

1. За формою взаємодії:

- парне навчання (peer tutoring) – один студент навчає іншого;
- групове взаємонавчання (peer group learning) – робота малих груп, де ролі змінюються;
- мережеве peer learning – співпраця через цифрові платформи та форуми.

2. За рівнем підготовки учасників:

- симетричне (учасники мають приблизно однаковий рівень знань);
- асиметричне (один має вищий рівень і виступає тьютором або ментором).

3. За дидактичною метою:

- формування базових знань і навичок;
- розвиток критичного мислення й рефлексії;
- формування професійних компетентностей.

Дослідження Сміта і МакГрегора у 2012 році показують, що ефективність пірінгового навчання значно зростає за умов створення психологічно безпечного середовища, де студенти не бояться робити помилки та відкрито обговорювати труднощі. У вітчизняній педагогічній науці цей підхід набуває популярності завдяки роботам Морзе Н. (2019), Баніт О. (2022), Вембер В. (2019), Ковальчук І. (2022), які розглядають peer-to-peer не лише як метод, а як цілісну освітню технологію, що поєднує традиційні та цифрові форми навчання.

Пірінгове оцінювання має дещо іншу спрямованість, ніж самооцінювання, і в цілому визнається невід'ємною частиною формуючого оцінювання. Деякі дослідники розглядають «peer-to-peer» оцінювання як самостійну стратегію, але частіше воно вважається додатковим до самооцінювання [4].

Особливо важливим є використання peer-feedback – взаємного зворотного зв'язку. Після завершення етапу експерименту здобувачі освіти обговорюють отримані результати, аналізують відхилення, формують гіпотези щодо причин можливих похибок. Це створює ситуацію рефлексії, яка є ключовою для формування дослідницького мислення. Наприклад, у лабораторних роботах із хімії студенти можуть порівнювати дані титрування або спектрофотометричних вимірювань, пропонувати способи корекції методики, обговорювати вплив умов проведення реакції на кінцевий результат. У біологічних дослідженнях, що передбачають мікроскопію, взаємонавчання допомагає швидше ідентифікувати об'єкти спостереження та перевіряти правильність власних висновків.

Важливим педагогічним ефектом peer-to-peer навчання є розвиток навичок командної роботи. Участь у взаємонавчанні формує у студентів почуття відповідальності за спільний результат, стимулює до активної участі у дискусії та колективного прийняття рішень. Крім того, така організація роботи знижує рівень тривожності, оскільки студенти отримують можливість обговорити свої сумніви не лише з викладачем, а й із партнерами, що робить процес навчання більш комфортним і менш формалізованим.

Peer-to-peer підхід також сприяє розвитку метакогнітивних умінь – здатності оцінювати власні дії, визначати сильні та слабкі сторони власного підходу до виконання експерименту. Це має безпосередній вплив на професійну підготовку, адже майбутній фахівець повинен уміти самостійно виявляти помилки, коригувати власні дії та оптимізувати робочий процес.

Таким чином, застосування peer-to-peer навчання у лабораторних заняттях природничого циклу створює середовище, де студент не є пасивним виконавцем, а перетворюється на активного учасника навчального процесу, дослідника та наставника одночасно. Це забезпечує формування цілісних експериментальних компетентностей, поєднує розвиток професійних і соціальних навичок та робить освітній процес більш ефективним і сучасним.

Визначення пірінгового оцінювання були досить різноманітними, хоча науковці загалом погоджуються з тим, що пірінгове оцінювання передбачає оцінку студентом результатів навчальної діяльності іншого студента. Пірінгове оцінювання також було описане як стратегія, яка передбачає прийняття студентами рішень щодо роботи інших людей, які зазвичай відбуваються, коли студенти працюють разом над спільними проектами або навчальними завданнями [1]. Ефективна реалізація peer-to-peer навчання у лабораторних заняттях потребує ретельної організації та попередньої підготовки як викладача, так і здобувачів освіти. Науковці підкреслюють, що «успіх взаємонавчання значною мірою залежить від чіткої структури завдання та усвідомленості ролей учасників» [5]. Отже, першочерговим завданням викладача є розробка сценарію лабораторного заняття, який передбачає поетапну взаємодію здобувачів вищої освіти і можливість надання взаємного зворотного зв'язку.

Першим етапом упровадження є підготовка студентів до нової форми роботи. Доцільно провести короткий інструктаж або навіть міні-тренінг, пояснивши принципи peer-to-peer, етичні аспекти взаємооцінювання та важливість конструктивного зворотного зв'язку. Наприклад, викладач може запропонувати здобувачам обговорити приклади формулювань коментарів («правильна техніка титрування», «варто повторити вимірювання через неточність») і визначити критерії об'єктивності оцінки.

На етапі виконання лабораторної роботи студентів доцільно об'єднати у малі групи (2–4 особи), де кожен виконує окрему частину завдання та пояснює її іншим. Так, під час вивчення теми «Окисно-відновні реакції» з неорганічної хімії одна група може виконувати завдання з підбору індикаторів для перманганатометрії, інша – розраховувати еквівалентну масу відновника, після чого учасники обмінюються результатами й перевіряють правильність обчислень. У темі «Комплексні сполуки» можна запропонувати студентам підготувати схеми складання йонних рівнянь реакцій утворення комплексів та пояснити їх однокласникам, звертаючи увагу на баланс електронів і стехіометрію.

У біологічних дисциплінах peer-to-peer навчання добре працює під час лабораторних робіт із ботаніки та фізіології рослин. Наприклад, під час мікроскопії зрізів кореня студенти можуть взаємно перевіряти правильність ідентифікації зон росту та диференціації, формулювати висновки та узгоджувати результати з літературними даними. У фізіології людини під

час дослідження дихальних рухів здобувачі освіти можуть обмінюватися спостереженнями, обговорювати причини відмінностей у частоті дихання та узагальнювати дані групи. Такий формат сприяє розвитку навичок наукової аргументації й критичного мислення.

Peer-feedback є ключовим елементом у процесі формування експериментальних навичок. Його можна реалізувати у формі заповнення спеціальних чек-листів або коротких рубрик оцінювання. Наприклад, під час лабораторної роботи з визначення жорсткості води здобувачі освіти можуть взаємно оцінювати: правильність приготування розчину трилону Б, дотримання техніки титрування, точність фіксації кінцевої точки реакції. Така процедура дозволяє підвищити уважність, розвиває здатність виявляти й аналізувати помилки, що відповідає рекомендаціям сучасних педагогічних досліджень про важливість «метакогнітивної рефлексії як складової професійних компетентностей» [6].

Цифрові інструменти можуть значно спростити організацію взаємооцінювання. Використання Google Forms або Padlet дозволяє збирати й аналізувати відгуки у реальному часі, зберігаючи їх для подальшої рефлексії. Наприклад, після завершення лабораторного заняття здобувачі вищої освіти можуть анонімно оцінити рівень співпраці у своїй групі та власний внесок у спільну роботу, що стимулює розвиток відповідальності та саморефлексії.

Не менш важливим є поєднання peer-to-peer підходу із традиційними методами контролю. Викладач має здійснювати модерацію дискусій, коригувати хибні висновки та надавати узагальнюючий коментар. Це допомагає уникнути ситуації, коли неправильна інтерпретація результатів закріплюється на рівні групи.

Отже, успішне впровадження peer-to-peer технологій у лабораторних заняттях передбачає: попередню підготовку студентів, чітке структурування завдань, створення інструментів взаємооцінювання та інтеграцію цифрових сервісів. Такий підхід дозволяє перетворити лабораторні роботи на справжній майданчик для розвитку експериментальних компетентностей і підвищує мотивацію студентів до навчання.

Результати теоретичного аналізу та напрацьованих методичних рекомендацій свідчать, що реєр-to-реєр навчання є ефективним інструментом для підвищення якості виконання лабораторних робіт і розвитку експериментальних компетентностей здобувачів освіти. Дослідження вітчизняних та зарубіжних авторів підтверджують, що взаємонавчання активізує пізнавальну діяльність студентів, сприяє формуванню навичок самооцінювання та розвитку критичного мислення [7].

Обговорення проблеми показує, що реєр-to-реєр навчання є особливо цінним у природничих дисциплінах, де результат експерименту залежить від правильної організації роботи, точності виконання операцій і вміння аналізувати похибки. Використання взаємооцінювання дозволяє значно підвищити увагу студентів до деталей, таких як правильність складання рівнянь реакцій, точність відбору проб або дотримання техніки безпеки [8]. Це відповідає сучасним підходам до формування компетентностей, передбачених Стандартами вищої освіти України та рекомендаціями Європейської рамки кваліфікацій (EQF).

Перспективи впровадження реєр-to-реєр навчання є досить широкими, особливо в контексті поєднання

з іншими інноваційними освітніми технологіями. Цю модель ефективно інтегрують у формат змішаного навчання (blended learning), що поєднує онлайн- і офлайн-взаємодію. У такому підході частина навчального матеріалу подається через електронні платформи, а безпосередня робота в аудиторії спрямовується на практичну діяльність і співпрацю між здобувачами освіти. Наприклад, під час підготовки до лабораторних занять студенти можуть використовувати платформи Google Classroom, Moodle, Microsoft Teams чи Edmodo для ознайомлення з інструкціями, перегляду відеодемонстрацій експериментів або виконання тестів для самоперевірки. Це дає змогу звільнити час аудиторного заняття для експериментальної частини, обговорення результатів і взаємооцінювання в групах.

Використання гейміфікації підсилює мотиваційний аспект реєр-to-реєр навчання. Наприклад, за допомогою сервісів Kahoot, Quizizz або Classcraft можна організовувати навчальні змагання, де команди здобувачів освіти змагаються у точності виконання лабораторного дослідження, правильності оформлення звіту чи швидкості аналізу результатів [9]. Така форма діяльності сприяє не лише підвищенню інтересу до предмета, а й розвитку навичок співробітництва, аналітичного мислення та відповідальності за спільний результат.

Ефективним напрямом розвитку реєр-to-реєр навчання є також залучення онлайн-спільнот і хмарних середовищ для обміну досвідом. Платформи типу Padlet, Trello або Miro дозволяють здобувач вищої освіти створювати спільні віртуальні дошки, на яких розміщуються результати експериментів, схеми реакцій, фото лабораторного обладнання чи обговорення помилок. Такі інструменти забезпечують відкритість, гнучкість та інтерактивність навчального процесу, формуючи спільний освітній простір, де кожен студент виступає не лише здобувачем, а й творцем знань.

У перспективі застосування технології піриногового навчання у лабораторному практикумі може бути розширене через впровадження інтелектуальних освітніх платформ (наприклад, Coursera, Labster, PhET Interactive Simulations), які дозволяють моделювати експерименти, проводити віртуальні дослідження та здійснювати взаємооцінювання результатів у реальному часі. Такий підхід відповідає сучасним вимогам до цифровізації освіти, забезпечує гнучкість навчання та формує у здобувачів освіти компетентності XXI століття – від критичного мислення до здатності до самоосвіти й міждисциплінарної взаємодії.

Водночас необхідно враховувати низку викликів: потребу в методичній підготовці викладачів, мотивацію здобувачів освіти до активної участі у взаємонавчанні, а також ризики суб'єктивності при взаємооцінюванні. Однією з головних труднощів є недостатня готовність викладачів до ролі фасилітатора або модератора взаємодії, адже реєр-to-реєр підхід передбачає зміну традиційної позиції педагога – від джерела знань до координатора навчального середовища. Це вимагає нових педагогічних компетентностей: уміння створювати безпечний простір для взаємодії, формулювати завдання відкритого типу, стимулювати комунікацію та критичне мислення. Необхідним є проведення спеціальних тренінгів для викладачів, спрямованих на розвиток навичок фасилітації, організації зворотного зв'язку й оцінювання в умовах співпраці.

Другий виклик – мотиваційний. Частина здобувачів освіти на початковому етапі може сприймати пірингове навчання як додаткове навантаження або сумніватися в об'єктивності оцінки однолітків. Для подолання цього бар'єра доцільно застосовувати елементи гейміфікації (рейтинг активності, система балів, бейджі за досягнення) або колективне підбиття підсумків, коли результати групи публічно аналізуються на занятті. Це формує відчуття спільної відповідальності та підвищує залученість кожного учасника.

Ще один аспект – ризик суб'єктивності під час взаємооцінювання. Навіть за наявності чітких критеріїв студенти можуть демонструвати поблажливість до партнерів або, навпаки, надмірну критичність. Для мінімізації цього ризику доцільно використовувати комбіновані форми оцінювання: поєднання взаємооцінки, самооцінки та оцінки викладача. Цифрові інструменти (Google Forms, Moodle, Peergrade, Edmodo) дозволяють автоматизувати збір результатів взаємооцінювання, забезпечити анонімність і зменшити упередженість.

У ширшому контексті ці проблеми засвідчують потребу у подальших емпіричних дослідженнях, спрямованих на перевірку ефективності peer-to-peer підходу. Доцільно проводити порівняльні експерименти між традиційними та піринговими форматами навчання, аналізуючи не лише академічні досягнення, а й розвиток soft skills: комунікативності, емоційного інтелекту, критичного мислення, лідерства. Отримані результати дадуть змогу удосконалити методику впровадження цієї технології у природничих дисциплінах і розробити науково обґрунтовані рекомендації для викладачів.

Висновки. Peer-to-peer навчання є дієвим педагогічним інструментом, який перетворює лабораторні роботи з формальної процедури на інтерактивний, колаборативний процес, що стимулює самостійну й колективну пізнавальну активність здобувачів освіти. Воно сприяє формуванню не лише експериментальних навичок – точності вимірювань, уміння працювати з приладами, аналізувати та інтерпретувати дані, – а й розвитку важливих соціальних та комунікативних компетентностей.

Запропоновані методичні рекомендації показують, що впровадження peer-to-peer навчання у лабораторні заняття потребує чіткої організації, структурованих завдань, визначених критеріїв взаємооцінювання та супроводу з боку викладача. Очікуваним результатом є підвищення якості виконання експериментів, розвиток критичного мислення та підготовка студентів до реальної професійної діяльності, де командна робота та здатність взаємодіяти з колегами є ключовими.

Перспективними напрямками подальших досліджень є розробка цифрових інструментів для автоматизації процесу взаємооцінювання, порівняльні експериментальні дослідження ефективності peer-to-peer підходу у різних дисциплінах природничого циклу та створення методичних посібників для викладачів. Це дозволить підвищити рівень інтеграції інноваційних педагогічних технологій у вищій школі та зробити освітній процес більш відповідним сучасним вимогам до підготовки фахівців.

Список використаних джерел:

1. Морзе Н.В., Вембер В.П. Впровадження пірингового оцінювання в освітній процес. *Електронне наукове*

фахове видання «Відкрите освітнє е-середовище сучасного університету». 2019. Вип. 6. С. 44–54.

2. Баніт О.В. Peer-to-peer: від методу навчання до освітньої технології. *Актуальні проблеми в системі освіти: загальноосвітній заклад середньої освіти – до університетської підготовки – заклад вищої освіти*. 2022. № 2. С. 264–268.
3. Smith B., MacGregor J. What Is Collaborative Learning? *National Center on Postsecondary Teaching, Learning, and Assessment, Pennsylvania State University*. 2012.
4. Гриценко Л.І. Особливості впровадження принципу «рівний-рівному» у навчальний процес. *Вісник Київського інституту бізнесу та технологій*. 2016. № 3(31). С. 16–21.
5. Вембер В.П., Настас Д.Л. Використання хмарних сервісів для пірингової взаємодії у навчальному процесі. *Науковий часопис НПУ імені М.П. Драгоманова. Серія № 2. Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання*. 2019. № 21 (28). С. 121–127.
6. Кир'янова О. Технологія «Peer-to-Peer» як засіб підвищення освітньої мотивації студентів в сучасних умовах. *Цифрова екосистема сучасного університету: епідемічні обмеження та виклики воєнного стану*: зб. матеріалів наук.-метод. конф., м. Київ, 26 листоп. 2022 р. / М-во освіти і науки України, Київ. нац. екон. ун-т ім. В. Гетьмана [та ін.]. Київ: КНЕУ. 2022. С. 196–199.
7. Безносок О.О. Використання методу «рівний-рівному» у роботі соціального педагога. *Вісник Черкаського ун-ту. Серія «Педагогічні науки»*. 2011. Вип. 203. Ч. I. С. 20–23.
8. Бодик О.П. Технологія взаємонавчання (peer-to-peer learning) як ефективний спосіб розвитку професійних компетентностей майбутніх учителів іноземних мов. *Актуальні проблеми науки та освіти*: зб. матеріалів XXIV підсумкової наук.-практ. конф. викладачів МДУ, м. Маріуполь, 4 лют. 2022 р. / за заг. ред. М.В. Трофименка. Маріуполь: МДУ. 2022. С. 242–247.
9. Самар А.В. Впровадження STEM-освіти на заняттях хімії у вищих навчальних закладах шляхом використання платформ та сервісів. *Інноваційна педагогіка*. 2024. Вип. 70. С. 24–27.

Anhelina SAMAR¹, Vita CHERNEVYCH²

¹Higher educational institution «Podillia State University»

²Berdiansk State Pedagogical University

EFFECTIVENESS OF PEER-TO-PEER AS A TOOL FOR ENHANCING THE QUALITY OF LABORATORY WORK IN NATURAL SCIENCE DISCIPLINES AMONG STUDENTS OF HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS

Abstract. The article reveals the theoretical and methodological foundations of using peer-to-peer technology in the process of performing laboratory work in the natural sciences cycle in higher education institutions. An analysis of modern scientific approaches to the organisation of peer learning among students has been carried out, and its essence, principles and pedagogical potential have been determined. It is proven that peer-to-peer is an effective tool for developing cognitive activity, critical thinking, communication skills and the ability to independently solve practical problems. The article emphasises that peer learning contributes not only to the acquisition of knowledge, but also to the formation of research competencies, responsibility and teamwork skills, which are particularly important during laboratory classes.

Based on a summary of previous studies, a classification of forms of peer-to-peer interaction has been outlined: pair, group and network learning; symmetrical and asymmetrical in terms of student preparation; focused on

the formation of basic, analytical and professional competencies. The conditions for the effective implementation of this technology have been identified: a clear structure of classes, criteria for mutual assessment, digital support, and pedagogical support from the teacher.

The results of the analysis prove that the implementation of peer-to-peer learning in laboratory workshops allows for improving the quality of experimental work, ensuring a deeper understanding of the educational material, and creating conditions for the sustained motivation of students to engage in research activities. Peer-to-peer is considered a promising pedagogical technology capable of integrating traditional and innovative teaching methods in the modern educational space.

Key words: peer-to-peer, chemical laboratory work, mutual learning, student-centred approach, research competencies.

References:

1. Morze N.V., Vember V.P. Vprovadzhennia pirinhovoho otsiniuvannia v osvittii protses. *Elektronne naukove fakhove vydannia «Vidkryte osvittie e-seredovyshe suchasnoho universytetu»*. 2019. Vyp. 6. S. 44–54.
2. Banit O.V. Peer-to-peer: vid metodu navchannia do osvithoi tekhnologii. *Aktualni problemy v systemi osvity: zahalnoosvitnii zaklad serednoi osvity – douniversytetska pidhotovka – zaklad vyshchoi osvity*. 2022. № 2. S. 264–268.
3. Smith B., MacGregor J. What Is Collaborative Learning? *National Center on Postsecondary Teaching, Learning, and Assessment, Pennsylvania State University*. 2012.
4. Hrytsenok L.I. Osoblyvosti vprovadzhennia pryntsyphu «rivnyi-rivnomu» u navchalnyi protses. *Visnyk Kyivskoho instytutu biznesu ta tekhnologii*. 2016. № 3(31). S. 16–21.
5. Vember V.P., Nastas D.L. Vykorystannia khmarnykh servisiv dlia pirinhovoi vzaiemodii u navchalnomu protsesi. *Naukovyi chasopys NPU imeni M.P. Drahomanova. Seriya № 2. Kompiuterno-orientovani systemy navchannia*. 2019. № 21 (28). S. 121–127.
6. Kyrianova O. Tekhnolohiia «Peer-to-Peer» yak zasib pidvyshchennia osvithoi motyvatsii studentiv v suchasnykh umovakh. *Tsyfrova ekosystema suchasnoho universytetu: epidemichni обмежнення та виклики воєнного стану: зб. матеріалів наук.-метод. конф., м. Київ, 26 лют. 2022 р. / М-во освіти і науки України, Київ. нats. ekon. un-t im. V. Hetmana [ta in.]. Київ: KNEU. 2022. S. 196–199.*
7. Beznosiuk O.O. Vykorystannia metodu «rivnyi-rivnomu» u roboti sotsialnoho pedahoha. *Visnyk Cherkaskoho un-tu. Seriya «Pedahohichni nauky»*. 2011. Vyp. 203. Ch. I. S. 20–23.
8. Bodyk O.P. Tekhnolohiia vzaieonavchannia (peer-to-peer learning) yak efektyvnyi sposib rozvytku profesii-nykh kompetentnostei maibutnykh uchyteliv inozemnykh mov. *Aktualni problemy nauky ta osvity: zb. materialiv XXIV pidsumkovoї nauk.-prakt. konf. vykladachiv MDU, m. Mariupol, 4 liut. 2022 r. / za zah. red. M.V. Trofymenka. Mariupol: MDU. 2022. S. 242–247.*
9. Samar A.V. Vprovadzhennia STEM-osvity na zaniattiakh khimii u vyshchykh navchalnykh zakladyakh shliakhom vykorystannia platform ta servisiv. *Innovatsiina pedahohika*. 2024. Vyp. 70. S. 24–27.

Отримано: 03.11.2025

УДК 373.5.091.313:502/504

DOI: 10.32626/2307-4507.2025-31.80-86

Сергій СТОКРАТНИЙ¹, Галина ВИШИНСЬКА²

Хмельницька гуманітарно-педагогічна академія

e-mail: ¹stokratnyjsergij@gmail.com, ²galina.vishinska1@gmail.com

ORCID: ¹0009-0000-4874-6782, ²0009-0000-1145-0179

ЕЛЕМЕНТИ STEM-ОСВІТИ В ІНТЕГРОВАНОМУ КУРСІ «ПІЗНАЄМО ПРИРОДУ»

Анотація. У статті досліджено елементи STEM-освіти в інтегрованому курсі «Пізнаємо природу» адапційного циклу. Проведено аналіз модельних навчальних програм інтегрованих курсів «Пізнаємо природу» для закладів загальної середньої освіти на наявність елементів STEM-освіти. Акцентовано на різних підходах, щодо реалізації STEM-освіти в інтегрованих курсах за цими програмами. Окреслено основні відмінності і спільні риси в STEM-освіті: елементи науковості, конструювання, моделювання, математики. Детально схарактеризовано кожний розділ інтегрованого курсу. Розроблено рекомендації, щодо змін у модельних програмах з урахуванням важливості розширення елементів STEM-освіти для учнів 5-6 класів. Наголошено на важливості STEM-освіти в у підготовці майбутніх фахівців у природничій галузі. Під час роботи над дослідженням авторами було використано такі методи дослідження: теоретичний аналіз науково-педагогічних джерел з проблеми дослідження, порівняльний аналіз різних модельних навчальних програм, з'ясування теоретико-методологічних засад використання STEM-освіти в 5-6 класах.

Ключові слова: STEM-освіта, освітній процес, модельна програма, природнича галузь, дослідження, методи пізнання, технології, міні-проект.

Постановка проблеми в загальному вигляді.

Економічний стан в країні і потреба в кадрах технічного спрямування вимагає від сучасної освіти кардинальних рішень. Одним з шляхів вирішення є впровадження STEM-освіти. STEM-освіта є частиною концепції НУШ. Використання елементів STEM-освіти дозволяє розвивати в учнів критичне мислення, вміння застосовувати знання на практиці, виховувати навички командної роботи, комплексно підходити до вирішення проблем, формує компетентності необхідні для роботи у високотехнологічних галузях.

80

Виховання сучасної молоді, яка розуміє зв'язок між природничими науками, технологіями і суспільством – одне з основних завдань освіти. Для реалізації було розроблено «Концепцію розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти)» у 2020 р. [10].

Підготовка майбутніх фахівців природничої освітньої галузі і їх вміння використовувати елементи STEM-освіти в інтегрованому курсі «Пізнаємо природу» є важливою складовою у програмі підготовки вчителів.

У серпні 2025 р. були затверджені концептуальні засади освітніх галузей та дорожня карта реаліза-

© Сергій СТОКРАТНИЙ, Галина ВИШИНСЬКА, 2025

ції концептуальних засад освітніх галузей на 2025-2030 роки [9]. Серед питань, які акцентують на важливості природничої галузі, особливу увагу приділено викликам, вирішення яких є важливим для майбутнього. У вищезазначеному документі виділяють такі основні проблеми в природничій освітній галузі:

- виклики, пов'язані з кадровим забезпеченням (нестача висококваліфікованих і вмотивованих педагогічних кадрів, проблеми в реалізації системи підвищення кваліфікації, недостатній рівень цифрової компетентності);
- виклики пов'язані зі змістом та методикою викладання (застарілість змісту природничої освіти, невідповідність навчально-методичного забезпечення сучасним вимогам, домінування репродуктивних методів навчання, неузгодженість навчальних програм предметів природничого циклу між собою і з математикою, проблеми системної інтеграції природничих навчальних предметів у цілісні інтегровані курси);
- системні виклики (кількість годин, недостатнє матеріально-технічне забезпечення, урбанізація і відірваність дітей від природи) [9].

Запропоновано рекомендації з оновлення змісту природничої освіти та шляхи реалізації мети і завдань природничої освітньої галузі, як-от:

- забезпечити реалізацію в Україні стратегічного плану STEM-освіти, презентованого 25 березня 2025 р. в Брюсселі;
- розробити методичні рекомендації з використання дослідницьких, проєктних і проблемно орієнтованих методів навчання для різних вікових груп;
- створити мережу мобільних природничих лабораторій, які не мають достатнього обладнання;
- забезпечити оновлення модельних програм із природничих навчальних предметів [9].

Аналіз досліджень і публікацій. Питання підготовки майбутніх фахівців в умовах STEM-освіти стали предметом наукових праць багатьох науковців.

Так, до прикладу, питання підготовки майбутніх вчителів, які могли б впроваджувати STEM-освіту досліджувалися П. Атаманчук. У статті «Формування педагогічного кредо фахівця фізико-технологічного профілю в умовах STEM-інтеграційних освітніх інновацій» [1] автор зазначає, що «для досягнення мети розвитку природничо-математичної освіти потрібно ряд цілеспрямованих навчально-пізнавальних, освітньо-наукової та практично-креативної діяльності, особистісних природничо-математичних, природничо-наукових, фізико-математичних та фізико-технологічних компетентностей і світогляду кожним, хто у сьогоденнішніх вимірах здобуватиме освіту» [1, с. 8].

Глибоко висвітлено важливість STEM-освіти у статті Наталії Грицай «Підготовка майбутніх учителів природничих наук до роботи в новій українській школі». Авторка розкриває методичні особливості навчання природничих предметів в умовах Нової української школи. Акцентує на наявності різних модельних навчальних програм інтегрованих курсів природничої освітньої галузі: «Природничі науки», «Пізнаємо природу», «Довкілля». Обґрунтовує необхідність спеціальної підготовки вчителів природничих наук до роботи в Новій українській школі. Авторка окреслює основні методичні орієнтири у на-

вчанні природничих наук серед яких використання елементів STEM-освіти, зокрема мейкерства [2].

Питанням підготовки майбутніх фахівців природничих наук в умовах STEM-освіти розглядає В. Оніпко у своїй статті «STEM-орієнтований підхід до навчання у підготовці майбутніх учителів природничих наук». Автор зазначає, що «STEM-орієнтований підхід до навчання є одним із актуальних напрямів модернізації та інноваційного розвитку природничого профілю освіти» [8, с. 84].

Мета статті – розкрити потенціал використання елементів STEM-освіти під час викладання інтегрованого курсу «Пізнаємо природу» в 5-6 класах на основі аналізу модельних навчальних програм.

Виклад основного матеріалу. Оновлювати модельні програми з урахуванням рекомендацій вказаних у дорожній карті реалізації концептуальних засад природничої освітньої галузі потрібно. Але для цього варто проаналізувати чинні модельні програми, зокрема в контексті використання елементів STEM-освіти в цих програмах.

Для аналізу нами взято чотири модельних навчальних програм з інтегрованого курсу «Пізнаємо природу» для учнів 5-6 класів закладів загальної середньої освіти [4, 5, 6, 7]. Для порівняння використання елементів STEM-освіти в різних програмах ми орієнтувалися на зміст та орієнтовні види діяльності, які пропонували автори програм. Загалом, STEM-освіта – це інтегрований підхід до навчання, що поєднує у собі природничі науки, технології, інженерію і математику.

Розглянемо спочатку *Модельну навчальну програму «Пізнаємо природу». 5-6 класи (інтегрований курс) для закладів загальної середньої освіти* (автори Д. Біда, Т. Гільберг, Я. Колісник) [4].

У першому розділі 5 класу «Пізнаємо світ природи» авторами запропоновано здобувачам освіти познайомитись з природничими науками, винаходами і відкриттями, їх значення для науки і техніки. Також учні отримують перші поняття про методи наукового пізнання (спостереження, моделювання, експеримент, дослід). У цьому ж розділі вводяться поняття про фізичні величини та способи їх вимірювання. Під час вивчення розділу «Пізнаємо будову речовини» учням пропонується створити моделі молекул і їх розташування в різних агрегатних станах, спостереження і дослідження властивостей деяких речовин, явища дифузії, накреслити простий план місцевості під час вивчення розділу «Пізнаємо нашу планету». Також у цьому розділі учні мають виконувати дослідницькі проєкти «Як зберегти чистими водойми і повітря». Актуальним є дослідження на тему: «Правила здорового способу життя» і створення пам'ятки.

У 6 класі за цією Програмою учні починають знайомитись зі світом науки. Окремим питанням винесено професії майбутнього і професії STEM-напряму. Під час вивчення фізичних явищ у другому розділі, зокрема механічних явищ, учням запропоновано задачі на обчислення швидкості, шляху, часу. Вивчення електричних явищ супроводжується проєктним завданням на дослідження електроприладів в побуті, споживання ними енергії. Під час вивчення теплових явищ використовуються завдання щодо «побудови» найтеплішого будинку з урахуванням теплопровідності матеріалів. Також розглядаються різні конструкції і вплив на них різних тем-

ператур. Виготовлення камери-обскури під час вивчення світлових явищ є прикладом поєднання конструкторських, математичних і фізичних знань. Практична робота «Розділення сумішей» дозволяє показати практичне застосування знань щодо очищення води. Під час вивчення астрономічних явищ учням пропонуються завдання з моделювання: сонячного і місячного затемнення, моделі сузір'я, модель обертання Землі, макет «Космічна база». Поєднання інженерних, математичних і біологічних знань проявляється під час виконання довготривалого проекту «Квітковий годинник на подвір'ї».

У розділі «Пізнаємо себе і світ» під час вивчення теми «Мистецтво виживання» учням пропонується ряд завдань на добування води з повітря, очищення води, виготовлення посудини з паперу [4].

Наступна Модельна навчальна програма «Пізнаємо природу». 5-6 класи (інтегрований курс)» для закладів загальної середньої освіти (автор Т. Коршевнюк) [6]. Елементи STEM-освіти у програмі цієї авторки пропонується реалізовувати шляхом виконання проектів протягом адаптаційного циклу в позаурочний час або під час уроку. Як показує практика виконання проектів, які поєднують в собі елементи науки, математики технологій та конструювання потребує контролю, допомоги вчителя чи дорослих.

У першій темі 5 класу учні знайомляться з науковими методами дослідження (спостереження, експеримент), з різними приладами та обладнаннями. У другій темі учні створюють моделі агрегатних станів, моделюють способи регулювання звуку, створюють конструкції на основі простих механізмів, виконують різні практичні завдання, такі як: дослідження руху тіл різної форми у повітрі і воді, розділення сумішей, дослідження фізичних властивостей тіл, вимірюють час, відстань, швидкість, масу, об'єм тіл. Задач на обчислення цих фізичних величин не передбачено. Орієнтована тематика навчальних проектів: «Як зберегти тепло/холод», «Один день без світла», «Саморобні музичні інструменти», «Наші можливості у забезпеченні шумоізоляції».

Третій розділ «Дізнаємося про Землю і Всесвіт» елементами STEM-освіти є моделювання рухів повітря, рухів Землі, Сонця, Місяця. Спостереження за небом, рухом Сонця, фазами Місяця. Тематика проектів: «Прогноз погоди за народними прикметами», «Якщо зникне Сонце, то...». Темі цікаві для учнів 5 класу, але робота над ними вимагає більше пошуку інформації, ніж елементи STEM-освіти.

У четвертій темі «Вивчаємо живу природу Землі» учні використовують спостереження під час вивчення рухів рослин, а також дослідження будови рослин чи тварин. Моделювання, конструювання математичні розрахунки в цьому розділі не представлені. Орієнтовні теми навчальних проектів: «Форми, барви і звуки в живій природі», «Живий світ в околицях моєї школи», «Природа і мистецтво».

У п'ятій темі «Пізнаємо організм людини у його середовищі існування» учні в основному спостерігають і аналізують. Цікавим є завдання з дослідження за етикетками речовин і матеріалів у складі виробів щоденного користування. Тематика навчальних проектів: «Здоровим бути просто», «Яку воду ми п'ємо», «Наскільки потрібним є все, що ми купуємо», «Здорові діти – здорова родина».

Остання шоста тема «Вчимося у природи і дбаємо про її збереження» містить найбільше елементів STEM-освіти. Учні дізнаються як використання природничо-наукових знань допомагають у повсякденному житті, мистецтві, створенні нових матеріалів, техніки, технологій. Винаходи і вироби, що підказала природа. Навчальні проекти (орієнтована тематика): «Життя у стилі еко», «На що хворіють «легені планети», «Природа і людина – друзі чи вороги?», «Наші сусіди в біосфері: правила співіснування», «Друге життя відпрацьованих речей». Запропоновані теми несуть більше реферативний характер ніж дослідницький.

Теми представлені у програмі для здобувачів освіти 6 класу мають такі самі назви, що і у 5. Це зручно і дозволяє вчителю та учням пригадати і поглибити знання здобуті в попередньому класі.

У першій темі розкриваються наукові методи дослідження явищ природи: організація власних спостережень, моделювання у вивченні природи, використання експерименту для отримання знань про природу.

У другій темі вивчаються хімічні і фізичні явища. Елементами STEM-освіти є проведення практичних робіт з моделювання молекул, реактивного руху, складання простих електричних кіл, спостереження різних явищ ознак хімічних явищ, статичної електрики, перетворення електричної енергії у світлову, теплову, механічну, звукову. Орієнтовна тематика навчальних проектів: «Світ без електрики: переваги і недоліки», «Хімічна мова», «Складання картотеки речовин і хімічних явищ із найближчого оточення».

У третій темі розглядаються питання зв'язків між оболонками Землі і людиною та будову Всесвіту і методи його дослідження. Єдиними елементами STEM-освіти є моделювання відносного розміру, розташування і руху планет. Також спостереження за небом. Навчальні проекти: «Подорожуємо Місяцем», «У пошуках життя на інших планетах».

Четверта тема – біологічна складова, вивчаються мікроорганізми, тварини, рослини. Елементом STEM-освіти є моделювання екосистеми. Навчальні проекти: «Невидимі друзі і вороги», «Як спілкуються тварини», «Існування і причини зникнення динозаврів», «Живий світ в околицях моєї школи», «Створення штучної екосистеми та підтримання її функціонування».

П'ята тема присвячена питанням нервової системи, росту і розвитку організму людини. Як елемент STEM-освіти використано моделювання екосистеми житлового приміщення а також дослідження тіл, матеріалів і речовин у найближчому оточенні людини. Орієнтовна тематика навчальних проектів: «Гаджети і здоров'я», «Як створити здорове середовище життя людини», «Ідеальне житло для сучасної людини». З допомогою вчителя можна створити креативні проекти з використанням елементів STEM-освіти.

У шостій темі особливої уваги заслуговує питання «Природа, творчість, техніка» а також «Енерго- і ресурсозберігальні технології в житті людини, країни, планети» в яких повною мірою можна реалізувати ідеї технологій, науки, конструювання і математики. В доповнення цих питань здобувачам освіти пропонуються практичні роботи з моделювання рукотворного об'єкту (конструювання, виріб), підбір рослин для озеленення певної території. Навчальні проекти: «Заощадливо, безпечно, зручно», «Наука і мистецтво», «Як зміню-

валось ставлення людини до природи у різні часи», «Збережемо природу у місці нашого проживання – збережемо чистоту на планеті Земля» [6].

Далі розглянемо *Модельну навчальну програму* (автори Р. Шаламов, М. Каліберда, О. Григорович, С. Фіцайло) [7].

Автори цієї програми поділили інтегрований курс на два великих розділи, розрахованих на один рік вивчення кожний. Перший рік вивчення (5 клас) присвячений опануванню основних методик дослідження природи: спостереження, порівняння, класифікації, моделювання та експериментування. Під час опрацювання цієї частини матеріалу основну увагу приділено усвідомленню процесу здобуття наукових знань, а не змістовому наповненню.

Перша тема 5 класу має назву «Спостереження і класифікація». І з перших уроків учні спостерігають за осінніми явищами в житті рослин, проводять вимірювання (зріст, довжина кроку, швидкість людини і вітру), фіксують і обробляють результати вимірювання. Метод класифікації використовують учні під час вивчення об'єктів живої і неживої природи.

Тема «Моделювання» повністю присвячена створенню моделей, які полегшують вивчення тих чи інших явищ. Так здобувачам освіти пропонується змоделювати будову квітки, створити словесні моделі металів та порівняти їх, змоделювати обертання Місяця навколо Землі, створення графічних моделей будови плодів рослин та їх класифікація, створення картосхеми прилеглої до закладу території.

У третій темі «Експериментування» учням пропонується вивчення природних явищ шляхом проведення експериментів чи дослідів. Дослідження швидкості випаровування рідин, умов проростання насіння рослин, росту паростків, залежності параметрів звуку від його джерела, твердості матеріалів, складу ґрунту, стійкості ґрунту до водної ерозії на моделі, поведінки мокриць залежно від вологості повітря, впливу освітлення, температури та кількості вуглекислого газу на інтенсивність фотосинтезу, мікроскопічної будови рослин.

Таким чином протягом першого року вивчення інтегрованого курсу за цією програмою учні працюють над дослідницькими проектами. Саме під час дослідницької діяльності учні найкраще поєднують різні елементи STEM-освіти.

Другий рік вивчення (6 клас) складається з одного розділу у якому розглядаються проблемам природничого змісту та варіанти їх розв'язання. Автори у своїй програмі для вирішення завдань природничого характеру пропонують здебільшого експериментальний спосіб. Саме цей науковий метод переплітається зі STEM-освітою. Також використовується такі види діяльності, як інформаційно-пошуковий, спостереження та моделювання.

Під час вивчення теми «Виявлення впливу людини на різноманіття рослин» автори рекомендують використовувати такі способи розв'язання проблеми як спостереження, вимірювання. Очищення кухонної солі від домішок, визначення гідрофобності і гідрофільності речовин і матеріалів, вплив наявності мийних засобів на поверхневий натяг води, розкладання світла на спектр та змішування кольорів, оцінювання вартості експлуатації різних джерел світла в побуті, ви-

вчення бактеріального забруднення побутових предметів, процеси під час скисання молока, дослідження умов виникнення та припинення горіння учням потрібно вирішити експериментальним шляхом. Під час розв'язання зазначених питань здобувачі освіти використовують наукову, технологічну, конструкторську, математичну складову STEM-освіти [6].

Четверта з інтегрованого курсу «Пізнаємо природу» *Модельна навчальна програма* (авт. Бобкова О.С.) [5]. Авторка цієї Програми поділила 5 клас вивчення інтегрованого курсу на шість тем і 6 клас на сім тем. Матеріал акцентовано на моделюванні природних процесів, створення навчальних моделей, а також дослідженню явищ та природних об'єктів. Орієнтовні теми дослідницьких проектів здебільшого інформативно-пошукового характеру і пропонується здобувачам освіти виконувати в позаурочний час.

У першій темі традиційно учні знайомляться з науковими методами пізнання природи (дослідження, моделювання).

Друга і третя теми присвячена квітковим рослинам, росту і розвитку рослин, у якій пропонується дослідити рух води стеблом, будову насіння, вплив температури, води та світла на проростання насіння, вплив води, світла й повітря на ріст і розвиток рослин, змоделювати будову квітки, вплив швидкості вітру на розповсюдження насіння. Теми групових проектів: «Способи розмноження квіткових рослин», «Поширеність на шкільному подвір'ї/місцевості проживання запилювачів квіткових рослин (на основі дослідження джерел інформації)», «Способи розповсюдження насіння», «Створення вертикальної клумби/«живої стіни» у класі або вестибюлі школи». Індивідуальні проекти дослідження: «Виготовлення фото колажу «квітковий годинник», «Лікарські квіткові рослини нашої місцевості», «Вирощування мікрозелені (мікрогрін) в домашніх умовах», «Ріст і розвиток квіткової рослини нашої місцевості (до прикладу яблуні, калини, чорнобривця, матіоли, портулаку, карликового соняшника, настурції, віоли тощо) – створення постеру, фотоколажу.

У четвертій темі розглядаються харчові ланцюги. Учні пропонується дослідити вплив світла на живлення рослин, змоделювати харчові ланцюги. Групові та індивідуальні теми проектів також на тему моделювання ланцюгів живлення.

У п'ятому розділі учні вивчають організм людини. Дослідження внутрішніх органів пропонується провести за допомогою моделювання, створення ментальних карт. Групові проекти: «Здорове меню сучасної шкільної їдальні», «Умови успішного запам'ятовування інформації», «Способи покращити пам'ять», «Заходи для збереження здоров'я (серця, нирок, легенів, шлунку тощо) – просвітницький інформаційний проект за вибором, «Значення трансплантології для розвитку медицини (інформаційний проект)». Індивідуальний проекти: «Корисні та шкідливі звички», «Газовані напої: корисні чи шкідливі?», «Вплив фізичної активності на моє самопочуття», «Дослідження власної рухової активності за допомогою фітнес-гаджета чи додатку до мобільного телефону (протягом тижня/ декади/місяця)».

У шостій темі вивчають нашу планету. Учні пропонується дослідження шляхом створення моделей Сонячної системи, Землі і Місяця (на основі 3D моде-

лей NASA). Цікавим і творчим є завдання зі створення сонячного годинника, дослідити тривалість світлового дня. Групові проекти: «Планети Сонячної системи», «Видатні астрономи та їхні відкриття», «Історія дослідження та освоєння Космосу», «Українські дослідники Космосу», які мають інформативно-пошуковий спосіб дослідження.

Перша тема другого року навчання (6 клас) присвячена дослідженню і моделюванню як науковим методам пізнання природи. У другій темі під час вивчення теплових явищ та змін агрегатного стану речовин учням пропонують провести досліди з нагрівання і охолодження, визначення температури об'єктів за допомогою органів чуття і приладів, визначення температури кипіння води і плавлення льоду, швидкість випаровування рідин.

Групові проекти: «Створення приладу для опріснення морської води», «Створення моделі одного з етапів колообігу води в природі», «Галерея сніжинок (створення колажу/презентації/фотогалереї тощо)», «Шлях від буряка до цукру: технологія виробництва цукру в Україні». Індивідуальні проекти: «Виготовлення карамелі в домашніх умовах: поради початківцю» (зйомки відеореєстрації) (лише за умови участі в проекті дорослих).

У третій темі продовжується вивчення фізичних явищ а також знайомство з деякими хімічними явищами. Учням пропонується дослідити горіння свічки і світіння електричної лампочки – як приклади фізичних і хімічних явищ. Створення сумішей та вивчення способів розділення сумішей. Групові проекти-дослідження: «Виготовлення фільтру для очищення води в туристичному поході», «Дослідження вмісту цукру в харчових продуктах», «Розділення суміші пігментів зеленого листя методом паперової хроматографії», «Визначення домішок крохмалю (борошна) в сметані». Індивідуальні проекти: «Використання розчинів і суспензій у повсякденному житті», «Явища та методи розділення сумішей під час приготування кави», «Вирощування кристалів», «Додаток до мобільного телефону, який контролює вміст води в організмі: чи корисний він?».

У четвертому розділі вивчаються світлові явища. Під час вивчення цього явища учням пропонується дослідити поширення світла від різних джерел, утворення тіней, відбиття світла, пропускання і поглинання світла, кут падіння і відбиття світла від дзеркала, розкладання білого світла на кольори. Групові проекти-дослідження: «Пам'ятка фотографу: налаштування смартфона для фотографування за різної освітленості», «Створення перископа», «Створення дитячої іграшки калейдоскопа», «Створення вітражів на склі або плівці», «Театр тіней», «Сріблення ялинкових прикрас», «Вимірювання освітленості робочого місця / різних ділянок шкільного подвір'я / навчальних і рекреаційних зон у приміщенні школи тощо». Індивідуальні проекти: «Прямолінійне поширення променів від джерела світла», «Чи використовується світло під час вмикання телевізора пультом?», «Створення колажу репродукцій найвідоміших зразків віражного мистецтва».

Під час вивчення п'ятої теми «Сила. Енергія» здобувачі освіти проводять досліди з вимірювання маси і ваги тіл, виявлення сил, деформації пружини, зміна і перетворення енергії, дії сили тертя, дія опору повітря. Групові проекти: «Тертя: використання в технічних засобах і механізмах», «Корисні та шкідливі прояви тер-

тя», «Сучасний дизайн парашутів для зменшення опору повітря», «Правила добору плитки для внутрішнього й зовнішнього оздоблення будинків і прибудинкової території», «Енергетичний баланс організму підлітка». Індивідуальний проект-дослідження: «Залежність опору повітря від форми кабіни автомобіля (моделювання за допомогою іграшкових автомобілів)», «Як зменшити опір повітря під час їзди на велосипеді: корисні поради».

У шостому розділі «Електричні явища» учні складають електричні кола, вимірюють силу струму і напругу, досліджують паралельне і послідовне з'єднання елементів, досліджують провідники і діелектрики, електропровідність різних металів. Групові проекти-дослідження: «Маркування енергоефективності побутової техніки», «Використовуємо електроенергію ефективно! (розроблення постера, пам'ятки щодо раціонального й ощадного використання електроенергії)», «Електричне обладнання і прилади в нашій школі», «Вартість одного дня неекономічного споживання електроенергії для нашої школи», «Зелена» енергетика в Україні (створення мапи використання відновлювальних джерел енергії чи колажу за видами відновлювальних джерел, які використовуються в Україні). Індивідуальні проекти: «Історія електричної ялинкової гірлянди (інформаційний проект)», «Найважливіші досягнення в електриці (інформаційний проект)», «Енергоефективність побутової техніки у моєму домі», «Розроблення пам'ятки для учнів початкової школи щодо важливості утилізації пальчикових батарейок (просвітницький проект)».

Сьомий розділ повністю присвячений питанням впливу діяльності людини на природу. Здобувачам освіти пропонують дослідити вміст вуглекислого газу в повітрі класу (з і без провітрювання), вплив кислотних опадів на вапнякові породи, природні джерела енергії (робота з інформаційними джерелами). Групові проекти-дослідження: «Створення тематичної мапи забруднення повітря території областей України (способом якісного фону), Можливості інтерактивної мапи Міністерства екології України (<https://esomara.gov.ua/>) та Recycle Map (<https://recyclemap.org/>) – інтерактивної мапи пунктів утилізації різних типів відходів (визначення місць стихійних сміттєзвалищ, пунктів приймання вторинної сировини за місцем проживання/внесення в реєстр інформації щодо пунктів приймання вторинної сировини, які працюють в населеному пункті, але не вказані на мапі, формування на сайті звернення щодо ліквідування стихійного сміттєзвалища на території проживання (за потреби), «Способи зменшення забруднення повітря», «Автомобілі на бензині, дизельному пальному та електриці: вплив на природу», «Вплив транспортних засобів на стан атмосферного повітря біля нашої школи», «Озоновий шар та озонова діра (інформаційний проект)», «Нові технології й матеріали: за і проти» [5].

Висновки. Таким чином, аналіз вищезазначених Модельних програм інтегрованого курсу «Пізнаємо природу» в 5-6 класах для закладів загальної середньої освіти на наявність елементів STEM-освіти, дав підстави для таких висновків:

– під час вивчення тих чи інших тем автори всіх програм рекомендують використовувати елементи наукового пізнання такі, як спостереження, дослід, експеримент, класифікація, аналіз;

– моделювання (конструювання) як частина інженерної складової STEM-освіти також присутнє при поясненні різних тем, але неоднаково. Найбільше цей елемент проявляється у програмі авторів Р.Шаламов та ін.;

– математичний елемент STEM-освіти представлений в програмах зовсім мало, найбільше у програмі авторів Д. Біда та ін.;

– технологічна складова STEM-освіти у всіх програмах прослідковується під час виконання групових чи індивідуальних проєктів-досліджень. У програмах за авторства Р. Шаламова і Т. Коршевніук та ін., більшість проєктів рекомендується проводити в позаурочний час. У програмі Т. Гільберг багато завдань пов'язаних з виготовлення приладів та обладнання для вивчення окремих тем пропонується на уроках. Саме такий підхід є більш ефективним ніж самостійне виконання в позаурочний час. Варто відзначити, що багато міні-проєктів в кінці кожного розділу передбачено за програмою Бобкової, але ці проєкти несуть більше досліджувальний характер ніж технологічний.

На нашу думку, елементи STEM-освіти найбільше прослідковуються у темах, пов'язаних з поясненням фізичних і астрономічних явищ. Найширше саме ці явища розкриваються у програмі авторів Д. Біди, Т. Гільберг та ін.

На основі проведеного аналізу і важливості STEM-освіти у навчальному процесі можемо запропонувати такі ідеї для майбутніх модельних програм, навчальних посібників:

- потрібно більше завдань практичного характеру, які містять елементи математики, технологій, конструювання – тобто міні-проєкти, експериментальні завдання природничого змісту, розв'язання яких буде відбуватися на уроках, в кабінетах. Саме діяльнісний підхід, який потребує знань різних предметів принесе позитивні результати;
- розробити методичні рекомендації з прикладами застосування для вчителів, щодо впровадження STEM-освіти в навчальному процесі;
- проводити майстер-класи з впровадження STEM-освіти для майбутніх вчителів;
- передбачити години на факультативні курси з елементами STEM-освіти.

На сучасному етапі STEM-освіта реалізовується у навчальному процесі всіх рівнів більшою чи меншою мірою. Значення цього напряму в освіті велике: це майбутні інженери, конструктори, технологи, науковці, яких так потребує наша держава.

Перспективи подальших досліджень будуть полягати у вивченні зарубіжного досвіду впровадження елементів STEM-освіти під час вивчення предметів інтегрованого курсу природничої циклу в базовій школі. Проведення опитування серед вчителів закладів загальної середньої освіти, які викладають інтегровані курси «Пізнаємо природу» з метою визначення рівня впровадження елементів STEM-освіти в навчальному процесі.

Список використаних джерел:

1. Атаманчук П.С. Формування педагогічного кредо фахівця фізико технологічного профілю в умовах STEM-інтеграційних освітніх інновацій. *Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного*

університету імені Івана Огієнка. Серія педагогічна. Кам'янець-Подільський, 2021. Вип. 27. С. 1–13.

2. Грицай Н. Підготовка майбутніх учителів природничих наук до роботи в Новій українській школі. *Українська професійна освіта*. 2021. Вип. 9–10. С. 136–143.
3. Державний стандарт базової середньої освіти. Кабінет Міністрів України, Постанова № 898 від 30.09.2020 р. (зі змінами). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/898-2020-%D0%BF#n16> (дата звернення: 03.10.2025).
4. Модельна навчальна програма / автори: Біда Д.Д., Гільберг Т.Г., Колісник Я.І. URL: <https://mon.gov.ua/static-objects/mon/sites/1/zagalna%20serednya/Navchalni.prohramy/2021/14.07/Model.navch.prohr.5-9.klas.NUSH-poetap.z.2022/Prirod.osv.galuz/Pizn.pryr.5-6-kl.Bida.ta.in.14.07.pdf> (дата звернення: 03.10.2025).
5. Модельна навчальна програма / автор Бобкова О.С. URL: <https://mon.gov.ua/static-objects/mon/sites/1/zagalna%20serednya/Navchalni.prohramy/2021/14.07/Model.navch.prohr.5-9.klas.NUSH-poetap.z.2022/Prirod.osv.galuz/Pizna.pryrodu.5-6.kl.intehr.kurs.Bobkova.17.12.pdf> (дата звернення: 03.10.2025).
6. Модельна навчальна програма / автор Коршевніук Т.В. URL: <https://mon.gov.ua/static-objects/mon/sites/1/zagalna%20serednya/Navchalni.prohramy/2021/14.07/Model.navch.prohr.5-9.klas.NUSH-poetap.z.2022/Prirod.osv.galuz/Pizn.pryr.5-6-kl.Korshevnyuk.14.07.pdf> (дата звернення: 03.10.2025).
7. Модельна навчальна програма / автори: Шаламов Р.В., Каліберда М.С., Григорович О.В., Фіцайло С.С. URL: <https://mon.gov.ua/static-objects/mon/sites/1/zagalna%20serednya/Navchalni.prohramy/2021/14.07/Model.navch.prohr.5-9.klas.NUSH-poetap.z.2022/Prirod.osv.galuz/Pizn.pryr.5-6-kl.Shalamov.ta.in.14.07.pdf> (дата звернення: 03.10.2025).
8. Оніпко В.В. STEM-орієнтований підхід до навчання у підготовці майбутніх учителів природничих наук. *Методика навчання природничих дисциплін у середній та вищій школі (XXVII Каришнінські читання): матеріали Міжнар. наук.-практ. конф., (Полтава, 28–29 трав. 2020 р.)* / за ред. М.В. Гриньової; НАПН України, ПННУ ім. В.Г. Короленка, ПООД НАПН України [та ін.]. Полтава, 2020. С. 84–85 URL: <http://dspace.pnpu.edu.ua/handle/123456789/15146> (дата звернення 26.10.2025).
9. Про затвердження концептуальних засад освітніх галузей та дорожньої карти реалізації концептуальних засад освітніх галузей на 2025-2030 роки. Наказ МОН України №1163 від 20.08.2025 р. URL: <https://mon.gov.ua/npa/pro-zatverdzhennia-kontseptualnykh-zasad-osvitnikh-haluzei-ta-dorozhnoi-karty-realizatsii-kontseptualnykh-zasad-osvitnikh-haluzei-na-2025-2030-roky> (дата звернення: 03.10.2025).
10. Про схвалення Концепції розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти). Розпорядження Кабінету міністрів України №960-р від 05.08.2020 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/960-2020-%D1%80#n8> (дата звернення: 03.10.2025).

Serhii STOKRATNYI, Halyna VYSHYNSKA

Khmelnitskyi Humanitarian-Pedagogical Academy

ELEMENTS OF STEM EDUCATION IN THE INTEGRATED COURSE «EXPLORING NATURE»

Abstract. The article examines the elements of STEM education in the integrated course «Exploring Nature» of the adaptation cycle. The analysis of model curricula for integrated courses «Exploring Nature» in general secondary education institutions was conducted to identify the presence of STEM education components.

The focus is placed on various approaches to implementing STEM education within these integrated courses. The main differences and common features of STEM education are outlined, including elements of scientific inquiry, construction, modeling, and mathematics. Each section of the integrated course is described in detail. Recommendations have been developed regarding modifications to the model curricula, taking into account the importance of expanding STEM education elements for pupils in grades 5-6. The importance of STEM education in preparing future specialists in the field of natural sciences is emphasized. During the research, the authors applied the following methods: theoretical analysis of scientific and pedagogical sources on the research problem, comparative analysis of different model curricula, clarification of the theoretical and methodological foundations for applying STEM education in grades 5-6.

Key words: STEM education, educational process, model curriculum, natural science field, research, methods of cognition, technologies, mini-project.

References:

1. Atamanchuk P.S. Formuvannia pedahohichnoho kreda fakhivtsia fizyko tekhnolohichnoho profilu v umovakh STEM-intehratsiinykh osvitykh innovatsii. *Zbirnyk naukovykh prats Kamianets-Podilskoho natsionalnoho universytetu imeni Ivana Ohienka. Seriya pedahohichna*. Kamianets-Podilskyi, 2021. Vyp. 27. S. 1–13.
2. Hrytsai N. Pidhotovka maibutnykh uchyteliv pryrodnychykh nauk do roboty v Novii ukrainskii shkoli. *Ukrainska profesiina osvita*. 2021. Vyp. 9–10. S. 136–143.
3. Derzhavnyi standart bazovoi serednoi osvity. Kabinet Ministriv Ukrainy, Postanova № 898 vid 30.09.2020 r. (zi zminamy). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/898-2020-%D0%BF#n16>
4. Modelna navchalna prohrama / avtory: Bida D.D., Hilberh T.H., Kolisnyk Ya.I. URL: <https://mon.gov.ua/static-objects/mon/sites/1/zagalna%20serednya/Navchalni.prohramy/2021/14.07/Model.navch.prohr.5-9.klas.NUSH-poetap.z.2022/Prirod.osv.galuz/Pizn.pryr.5-6-kl.Bida.ta.in.14.07.pdf>
5. Modelna navchalna prohrama / avtor Bobkova O.S. URL: <https://mon.gov.ua/static-objects/mon/sites/1/zagalna%20serednya/Navchalni.prohramy/2021/14.07/Model.navch.prohr.5-9.klas.NUSH-poetap.z.2022/Prirod.osv.galuz/Pizna.pryrodu.5-6-kl.intehr.kurs.Bobkova.17.12.pdf>
6. Modelna navchalna prohrama / avtor Korshevniuk T.V. URL: <https://mon.gov.ua/static-objects/mon/sites/1/zagalna%20serednya/Navchalni.prohramy/2021/14.07/Model.navch.prohr.5-9.klas.NUSH-poetap.z.2022/Prirod.osv.galuz/Pizn.pryr.5-6-kl.Korshevnyuk.14.07.pdf>
7. Modelna navchalna prohrama / avtory Shalamov R.V., Kaliberda M.S., Hryhorovych O.V., Fitsailo S.S. URL: <https://mon.gov.ua/static-objects/mon/sites/1/zagalna%20serednya/Navchalni.prohramy/2021/14.07/Model.navch.prohr.5-9.klas.NUSH-poetap.z.2022/Prirod.osv.galuz/Pizn.pryr.5-6-kl.Shalamov.ta.in.14.07.pdf>
8. Onipko V.V. STEM-oriientovanyi pidkhdid do navchannia u pidhotovtsi maibutnykh uchyteliv pryrodnychykh nauk. *Metodyka navchannia pryrodnychykh dysyplin u serednii ta vyshchii shkoli (XXVII Karyshynski chytannia): materialy Mizhnar. nauk.-prakt. konf., (Poltava, 28–29 trav. 2020 r.) / za red. M.V. Hrynovoi; NAPN Ukrainy, PNNU im. V.H. Korolenka, IPOOD NAPN Ukrainy [ta in.].* Poltava, 2020. S. 84–85. URL: <http://dspace.pnpu.edu.ua/handle/123456789/15146>
9. Pro zatverdzhennia kontseptualnykh zasad osvitynih haluzei ta dorozhnoi karty realizatsii kontseptualnykh zasad osvitynih haluzei na 2025-2030 roky. Nakaz MON Ukrainy № 1163 vid 20.08.2025 r. URL: <https://mon.gov.ua/npa/pro-zatverdzhennia-kontseptualnykh-zasad-osvitnikh-haluzei-ta-dorozhnoi-karty-realizatsii-kontseptualnykh-zasad-osvitnikh-haluzei-na-2025-2030-roky>
10. Pro skhvalennia Kontseptsii rozvytku pryrodnycho-matematichnoi osvity (STEM-osvity). Rozporiadzhennia Kabinetu ministriv Ukrainy № 960-r vid 05.08.2020 r. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/960-2020-%D1%80#n8>

Отримано: 17.11.2025

УДК 371.3:004.4:514

DOI: 10.32626/2307-4507.2025-31.86-91

Сергій ШЛЕНЧАК

Кам'янець-Подільський фаховий коледж культури і мистецтв
e-mail: m1m25.shlenchak@kpnpu.edu.ua; ORCID: 0009-0005-6984-9752

ВИКОРИСТАННЯ ПРОГРАМНОГО СЕРЕДОВИЩА «GEOGEBRA: 3D КАЛЬКУЛЯТОР» ДЛЯ ВИВЧЕННЯ СТЕРЕОМЕТРІЇ

Анотація. Сьогодні вчителі математики заохочуються до використання новітніх технологій для розвитку математичного мислення учнів. А програмне середовище GeoGebra є одним з найефективніших освітніх програм для викладання та вивчення математики.

За допомогою додатку 3D Калькулятор програмного середовища GeoGebra можна виконати побудову тривимірних об'єктів, зокрема, багатогранників, тіл обертання тощо, маніпулювати об'єктами: виконувати переміщення, обертання та масштабування 3D об'єктів, відображення об'єктів у трьох вимірах з використанням різних видів проекцій тощо.

У даній статті розглядаються можливості додатку 3D Калькулятор, його значення для вивчення математики учнями, для підвищення пізнавальної активності учнів шляхом впровадження елементів візуалізації, експерименту і дослідження в навчальний процес. Наводиться методика побудови куба, створення розгортки куба у вигляді динамічної моделі. Також розроблена методика побудови перерізів куба площиною, в результаті чого можна отримати різні плоскі фігури у вигляді перерізу куба і площини. Показано способи знаходження довжини відрізка, величини кута, площі багатокутника та об'єму куба.

Ключові слова: GeoGebra, динамічна математика, куб, переріз, модель, візуалізація, інтерактивність, стереометрія, дослідження.

«Система динамічної математики GeoGebra – це вільний педагогічний програмний продукт, призначений для вивчення і викладання математики в середніх та вищих навчальних закладах, який поєднує ди-

намічну геометрію, алгебру, математичний аналіз, фізику та статистику.

GeoGebra використовується при вивченні математики, фізики та інших навчальних дисциплін у се-

редніх та вищих навчальних закладах багатьох країн світу. Як приклад, можна навести Австрію, Польщу, Німеччину, Великобританію, Канаду, США, Італію, Іспанію, Норвегію, Фінляндію, Швецію, Австралію» [3]. «GeoGebra – це кросплатформне програмне забезпечення, яке працює на різних операційних системах (Windows, macOS, Linux) та мобільних пристроях (iOS, Android)» [5].

«GeoGebra є незамінним інструментом для викладачів, які прагнуть зробити навчання математики більш інтерактивним та цікавим. Використання програми підвищує мотивацію учнів, сприяє розвитку критичного мислення та дозволяє ефективніше засвоювати матеріал.

Викладачі можуть створювати динамічні презентації та інтерактивні уроки, що дозволяють учням експериментувати з математичними моделями. Ця програма дає можливість підготувати навчальні матеріали різного рівня складності, адаптовані для різних вікових груп та ступенів навчання» [2].

GeoGebra допомагає розвивати в учнів просторове мислення та навички роботи з абстрактними поняттями. За допомогою цієї програми учні можуть самостійно досліджувати математичні явища, розв'язувати різні вправи і задачі та перевіряти свої власні розв'язки задач.

«Методичними особливостями програми GeoGebra є можливість використання програмного засобу як у школі, так і вдома при різних формах проведення занять і при різній комп'ютерній оснащеності навчального класу; надання можливості швидше і ефективніше опанувати математичні знання та навички, підвищити запам'ятовуваність матеріалу; можливість вивчення математики на основі діяльнісного та евристичного підходу за рахунок впровадження елементів експерименту і дослідження в навчальний процес; підвищення ступеня мотивації учнів, забезпечення можливості постановки творчих завдань та організації проектної роботи; також можливість показати, як сучасні технології ефективно застосовуються для моделювання та візуалізації математичних понять.

З ускладненням навчального матеріалу в 10-11 класах збільшуються можливості використання комп'ютерного моделювання за допомогою інструментів GeoGebra. Середовище GeoGebra можна використовувати при дослідженні властивостей та графіків степеневих, логарифмічних, показникових та тригонометричних функцій. За допомогою інструментів цієї програми учні можуть розв'язувати показникові, логарифмічні, тригонометричні рівняння та нерівності; вивчати геометричний зміст похідної та інтеграла, обчислювати визначений інтеграл, знаходити площу криволінійної трапеції та об'єм тіла» [4].

Використання 3D-графіки в програмі GeoGebra на уроках геометрії в 10-11 класах допомагає створенню та перетворенню моделей різних геометричних фігур, виконанню перерізів багатогранників площинами, обчисленню площ поверхонь та об'ємів багатогранників і тіл обертання, вимірюванню потрібних відстаней та кутів, створенню розгорток геометричних фігур. Це динамічне програмне забезпечення допомагає учням та викладачам краще розуміти стереометрію, візуалізувати просторові об'єкти через аналітичні задання (рівняннями), а також використовувати 3D-моделі як інтерактивні навчальні посібники для вивчення просторової навігації та комбінацій геометричних тіл.

Основні можливості та застосування GeoGebra 3D:

✓ Візуалізація простору:

Створює та відображає тривимірний простір та декартову систему координат, дозволяючи бачити об'єкти з різних кутів за допомогою різних проекцій.

✓ Побудова 3D-об'єктів:

Дозволяє будувати многогранники, тіла обертання та інші тривимірні фігури.

✓ Інтерактивна робота з моделями:

Надає інструменти для переміщення, обертання, масштабування та зміни кольорів і прозорості 3D-об'єктів для кращої візуалізації.

✓ Аналітичне задання об'єктів:

Дозволяє задавати просторові об'єкти за допомогою рівнянь і нерівностей, а потім візуалізувати їх.

✓ Наочні посібники:

Слугує динамічним інструментом для створення інтерактивних 3D-моделей, які допомагають пояснювати складні стереометричні концепції.

✓ Навчання стереометрії:

Допомагає учням зрозуміти принципи тривимірної навігації та вивчати комбінації геометричних тіл у просторі.

Для прикладу розглянемо побудову куба та вивчення його властивостей за допомогою додатка 3D Калькулятор.

Отож, відкриємо програмне середовище GeoGebra та завантажимо додаток 3D Калькулятор. З'явиться робоче вікно цієї програми.

1. Для налаштування інтерфейсу натискаємо на значок «Налаштування» (рис. 1) в правому верхньому кутку і ставимо галочки біля команд «Показувати осі», «Показати площину», «Показувати сітку». З'явиться трьохвимірна система координат.

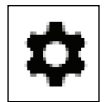


Рис. 1



Рис. 2

2. Щоб побудувати куб, натискаємо в лівому верхньому кутку кнопку «Інструменти» (рис. 2). Після цього з'являться різні інструменти, за допомогою яких можна створювати геометричні побудови. Щоб з'явилися всі інструменти, треба натиснути кнопку «Більше», яка знаходиться під основними інструментами.

3. Вибираємо інструмент «Куб» (рис. 3), при цьому в нижньому лівому кутку з'являється спливаюча підказка як будувати куб – для цього достатньо поставити дві точки. Поставимо точки на осі x (на позначці 3) і на осі y (на позначці 3). Після цього програма автоматично створить трьохвимірне зображення куба, який має 8 точок-вершин. Ті дві точки, за допомогою яких ми побудували куб, мають синій колір, а інші точки – сірі. За допомогою цих синіх точок можна змінювати розмір і просторове розміщення куба, перетягуючи ці точки мишею. Поекспериментуйте, перетягуючи ці точки.



Рис. 3

4. Можна вибрати інструмент «Переміщення» (рис. 4) та мишею крутити систему координат для того, щоб роздивитися куб з різних сторін та ви-



Рис. 4

брати таке його розміщення, яке найбільш зручне та наочне для виконання якогось конкретного завдання.

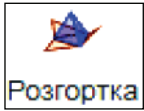


Рис. 5

5. Щоб побудувати розгортку куба виберіть інструмент «Розгортка» (рис. 5). В нижньому лівому кутку з'явиться підказка «Оберіть многогранник». Клацаємо мишею на нашому кубі і з'являється його розгортка.



Рис. 6

6. Натискаємо кнопку «Алгебра» (рис. 6) в лівому верхньому кутку, після чого зліва з'являється список елементів, з яких складається зображення. Біля кожного елемента зліва розміщений кольоровий кружок. Якщо клацати по цьому кружку, то можна відповідний елемент забрати з створеного зображення або повернути назад. Клацніть по кружку, біля якого написано « $a = \text{Куб}(A, B, C)$ », і тоді куб зникне (рис. 7). Клацніть знову по цьому кружку – куб знову з'явиться. Справа від елемента « $b = 1$ » натискаємо на зображення трьох крапок і в меню, яке з'явиться, вибираємо команду «Створити повзунок». Під написом « $b = 1$ » з'являється повзунок. Натисніть кнопку «Play» біля повзунка і тоді розгортка поступово складеться в куб, а потім розгорнеться назад. Тобто можна наочно побачити як утворюється розгортка геометричного тіла. Заберіть розгортку з зображення, клацнувши по кружочку біля елемента « $c = \text{Net}(a, b)$ ».

●	A = Точка(ВісьАбсцис) :	⊙
	= (3, 0, 0)	
●	B = Точка(ВісьОрдинат) :	⊙
	= (0, 3, 0)	
●	a = Куб(A, B, C) :	
	= 76.37	
●	b = 1 :	
	0 ————— 1	⊙
●	c = Net(a, b) :	
	= 108	
+	Ввод...	

Рис. 7

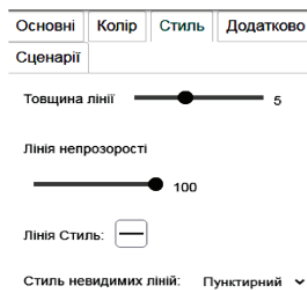


Рис. 8

7. Змініть зовнішній вигляд куба. Для цього на лівій панелі біля елемента « $a = \text{Куб}(A, B, C)$ » натисніть на кнопку з трьома крапками і виберіть команду «Налаштування». В правій частині екрану з'явиться панель налаштувань. В цій панелі виберіть вкладку «Стиль» (рис. 8). Встановіть товщину лінії 2 і лінію непрозорості 50. Після цього зайдіть у вкладку Колір і виберіть потрібний колір для куба а також ступінь його прозорості (інструмент «Заповнення»). Закрийте вкладку «Налаштування» (натисніть вгорі справа цієї вкладки «хрестик»).

8. Забираємо координатні осі і площину за допомогою інструменту «Налаштування» (див. пункт 1).

9. Клацаємо лівою кнопкою миші на букві Е (вершина куба) і в меню, яке з'явиться, клацаємо по кнопці «Ім'я» (AA). Після цього з'явиться діалогове вікно (рис. 9). В полі «Ім'я» наберіть A_1 і натисніть клавішу

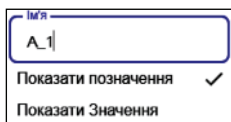


Рис. 9

Enter. Аналогічно перейменуйте вершини F, G, H у вершини B₁, C₁, D₁. Перетягніть мишею букви, які позначають вершини куба так, щоб ці букви було добре видно.

10. Щоб змінити розмір шрифту, натискаємо кнопку «Налаштування» в правому верхньому кутку, вибираємо команду «Налаштування» і знову натискаємо кнопку «Налаштування». В полі «Округлення» встановлюємо «0 десятковий розряд». В полі «Розмір шрифту» встановлюємо 24. Натискаємо кнопку «Збер. Налашт.» (рис. 10).

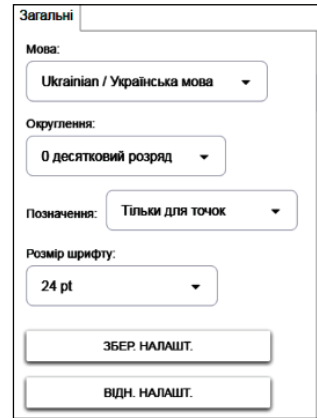


Рис. 10

11. Виконуємо команду Налаштування/Налаштування/вкладка Основні/Колір фону і вибираємо колір для фону.



Рис. 11

12. Щоб побудувати переріз куба площиною, натискаємо зліва кнопку «Інструменти» і вибираємо інструмент «Площина через 3 точки» (рис. 11). Позначаємо на кубі три точки, через які пройде січна площина, наприклад клацаємо по точках A, C, D₁. З'явиться січна площина. Виберіть інструмент «Переміщення» і поверніть куб так, щоб було добре видно переріз.

13. Щоб побудувати переріз куба і площини, вибираємо інструмент «Перетин двох поверхонь» (рис. 12) і клацаємо мишею по одній із сторін перерізу куба і площини, після чого цей переріз виділяється іншим кольором (в даному випадку переріз є трикутником). Щоб забрати площину, натискаємо зліва вгорі кнопку «Алгебра» і клацаємо на кружку біля елемента «р: Площина».

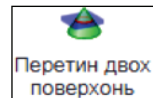


Рис. 12

14. Щоб зафарбувати переріз, справа від елемента «многокутник1» натискаємо кнопку з трьома крапками, вибираємо команду «Налаштування» і справа в панелі налаштувань встановлюємо потрібний колір і товщину лінії.

15. Щоб бачити число значення довжини сторони перерізу, треба клацнути на цій стороні, натиснути кнопку «Ім'я» (AA) і поставити галочку біля команди «Показати Значення» (рис. 13).

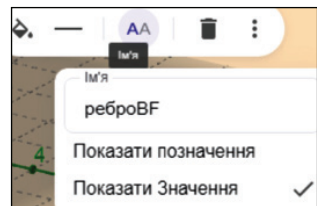


Рис. 13

16. Щоб знайти площу перерізу, потрібно зліва натиснути кнопку «Алгебра» і натиснути на кружок біля елемента « $a = \text{Куб}(A, B, C)$ ». Куб зникне, а на малюнку залишиться тільки переріз. Після цього натискаємо зліва кнопку «Інструменти» і вибираємо інструмент «Площа» (рис. 14). Клацаємо мишею на перерізі і з'являється значення площі перерізу. Клацаємо на написі про площу правою кнопкою, вибираємо команду Налаштування/Текст і робимо напис меншим («дуже маленький»), в середньому полі залишаємо запис «Площа=многокутник1» та натискаємо «Ок» (рис. 15). Закриваємо панель налаштувань, вибираємо інструмент «Переміщення» і переміщаємо напис про площу у потрібне місце. Після цього знову натискаємо кнопку «Алгебра» і включаємо



Рис. 14

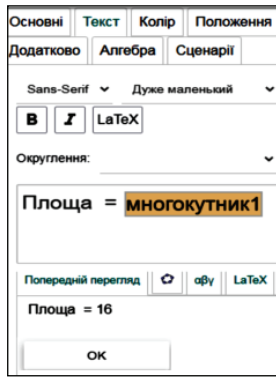


Рис. 15

куб. Можна поекспериментувати і змінювати розміри куба, перетягуючи сині вершини. При цьому значення площі перерізу буде автоматично змінюватись.

17. Для збереження створеного зображення натискаємо зліва вгорі кнопку з трьома горизонтальними відрізками (рис. 16) і виконуємо команду Експортувати Зображення/



Рис. 16

Завантажити. Зображення збережеться у папку Завантаження на вашому комп'ютері.

18. Щоб знайти об'єм куба, вибираємо інструмент «Об'єм» (рис. 17) і клацаємо мишею на кубі. З'являється напис про об'єм, клацаємо на цьому написі правою кнопкою, вибираємо команду Налаштування/Текст, робимо потрібні налаштування для напису та натискаємо «Ок».



Рис. 17

Таким чином ми отримуємо зображення перерізу куба у вигляді трикутника, знаходимо площу перерізу та об'єм куба (рис. 18).

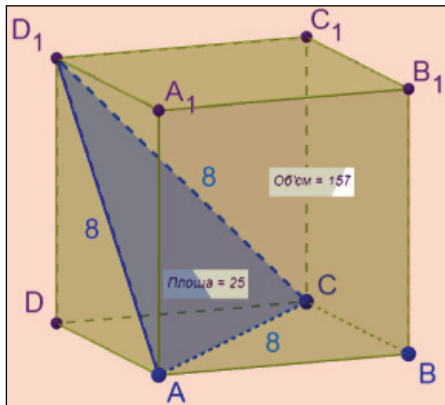


Рис. 18

19. Щоб забрати написи про площу перерізу і об'єм куба, використовуємо праву кнопку миші і вибираємо відповідну команду. Після цього натискаємо кнопку «Алгебра» і відключаємо елемент «многокутник1», клацнувши на кольоровому крузі біля цього елемента. В нас залишиться тільки зображення куба, на якому можна будувати інші перерізи.

Побудуємо інші перерізи куба:

1. Щоб при перетині куба площиною в перерізі утворився **прямокутник**, вибираємо інструмент «Площина через 3 точки» та клацаємо, наприклад, по точках A, A_1, C (рис. 19). Після цього виконайте аналогічні до попередніх дії для налаштування зовнішнього вигляду перерізу та збереження створеного зображення (пункти 13-17). Після цього відключіть елемент «многокутник2».

2. Щоб при перетині куба площиною в перерізі утворився **квадрат**, виберемо інструмент «Середня точка або» і побудуємо середні точки для відрізків AA_1, BB_1, CC_1 . Потім через ці три середні точки проводимо площину, і аналогічно до попередніх випадків будуюмо переріз, знаходимо площу та зберігаємо зображення (рис. 20).

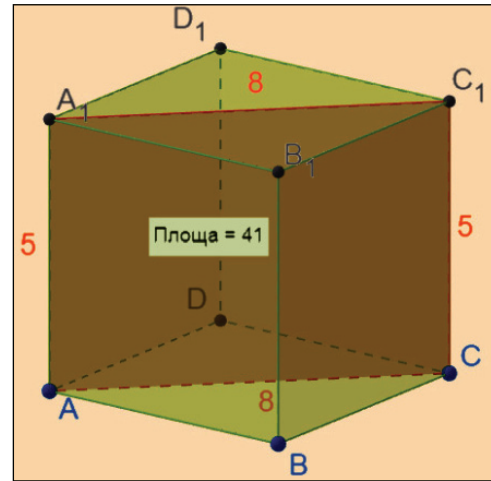


Рис. 19

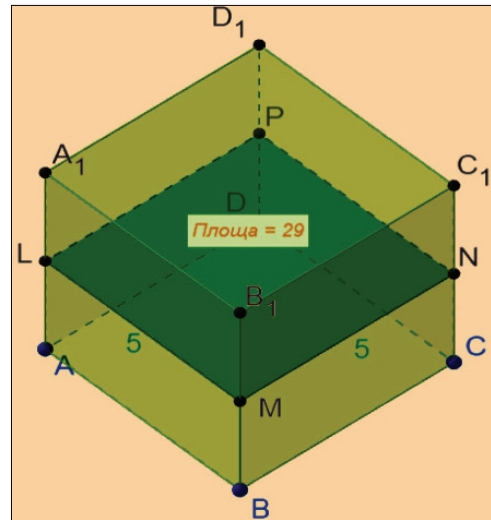


Рис. 20

3. Щоб при перетині куба площиною в перерізі утворилась **трапеція**, будуюмо середню точку, наприклад, для відрізка C_1B_1 , і через цю середню точку та точки B, D проводимо площину. Аналогічно до попередніх випадків будуюмо переріз, знаходимо його площу та зберігаємо зображення (рис. 21).

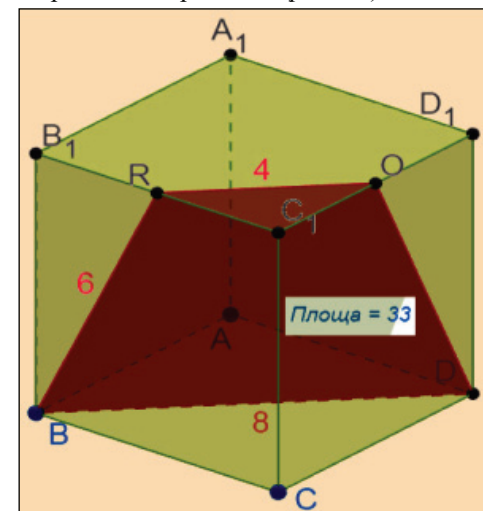


Рис. 21

4. Щоб при перетині куба площиною в перерізі утворився **ромб**, будуюмо середню точку, наприклад, для відрізка BB_1 , і через цю середню точку та точки

A , C_1 проводимо площину. Аналогічно до попередніх випадків будуємо переріз, знаходимо його площу та зберігаємо зображення (рис. 22). Щоб переконатися, що це дійсно ромб, можна знайти його кути за допомогою інструмента «Кут» (рис. 23).



Рис. 23

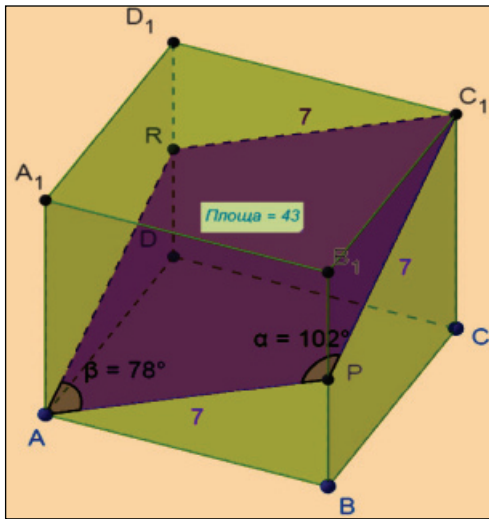


Рис. 22

5. Щоб при перетині куба площиною в перерізі утворився **п'ятикутник**, вибираємо інструмент «Точка» і ставимо точки трохи вище від точки B та трохи вище від точки D . Через ці дві точки і точку C_1 проводимо площину і будуємо переріз (рис. 24). Дві побудовані точки мають синій колір, тобто їх можна перетягувати мишею вздовж відповідних ребер і таким чином змінювати форму перерізу.

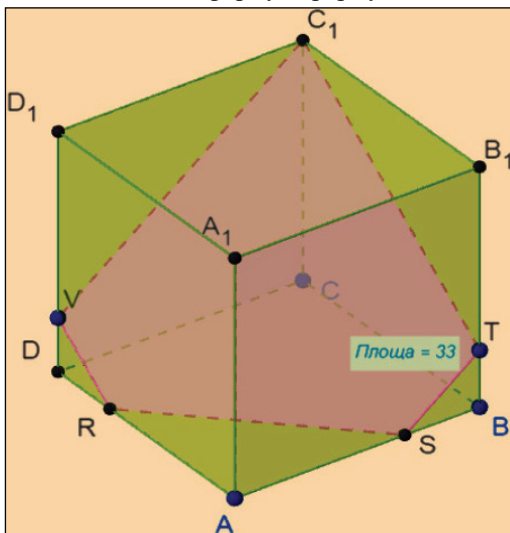


Рис. 24

6. Щоб при перетині куба площиною в перерізі утворився **шестикутник**, вибираємо інструмент «Середня точка або» і ставимо точки, наприклад, посередині відрізків BC_1 , D_1C_1 і AB . Через ці три точки проводимо площину і будуємо переріз (рис. 25). Або ці три точки можна побудувати за допомогою інструмента «Точка».

7. Щоб при перетині куба площиною в перерізі утворився **паралелограм**, будуємо точку, наприклад, на відрізку BB_1 (поблизу точки B_1), і через цю точку та точки A , C_1 проводимо площину. Аналогічно до попередніх випадків будуємо переріз, знаходимо його площу та зберігаємо зображення (рис. 26). Щоб переконатися, що це дійсно паралелограм, знаходимо довжини його сторін. Також можна знайти його кути за допомогою інструмента «Кут». За допомогою інструмента «Переміщення» можна пересувати точку E і змінювати форму перерізу.

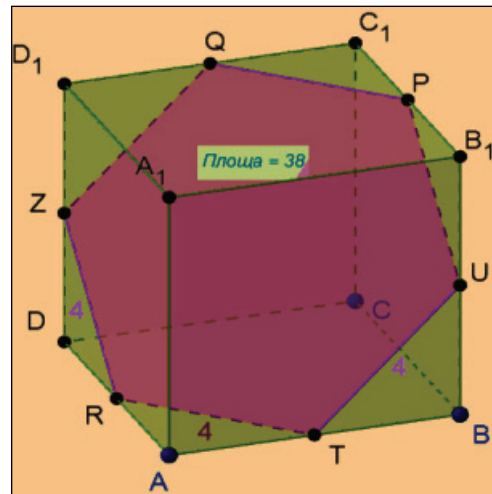


Рис. 25

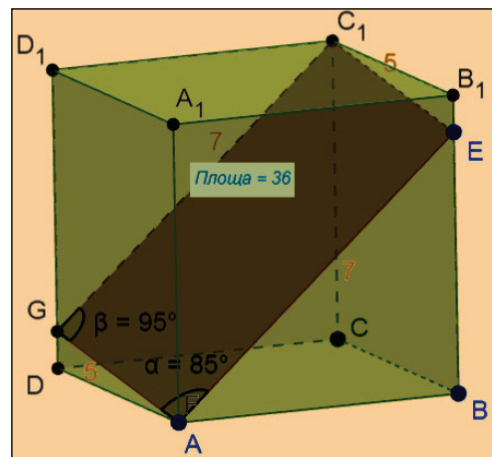


Рис. 26

Таким чином, будуючи перерізи куба, можна отримати всі основні багатокутники, які вивчаються в планіметрії. Завдяки цьому студенти можуть повторити плоскі геометричні фігури, які вони вивчали в школі та побачити взаємозв'язок планіметрії і стереометрії. Якщо важко точно визначити, яку фігуру ми отримали при перерізі куба площиною, то 3D Калькулятор дає можливість використати інструменти вимірювання. За допомогою цих інструментів можна визначити довжину відрізка, величину кута, площу багатокутника, об'єм багатогранника тощо і пересвідчитися, наприклад, що отримана фігура є ромбом чи паралелограмом, правильним чи неправильним шестикутником.

Якщо студенти навчаються будувати куб та його перерізи, то по аналогії їм буде легко засвоїти побудову інших багатогранників і тіл обертання, таких як призма, піраміда, конус, циліндр тощо. Такі геометричні побудови будуть корисні не тільки для вивчення математики, а й для освоєння інших спеціальностей, наприклад образотворчого мистецтва, дизайну, архітектури.

У підсумку можна сказати, що програмне середовище GeoGebra має такі переваги:

1. **Інтерактивність:** дає змогу миттєво бачити результати внесених змін у моделях.

2. **Доступність:** програма безкоштовна, що робить її доступною для широкого кола користувачів. З програмою можна працювати в онлайн-режимі.

3. **Універсальність:** об'єднує різні математичні дисципліни в одну систему.

4. **Підтримка спільноти:** велика кількість готових до використання ресурсів та активне співтовариство користувачів по всьому світу.

Разом з тим при роботі з програмним середовищем GeoGebra початківцям знадобиться певний час для освоєння функцій цієї програми. Для роботи з складними моделями може знадобитися більш потужний комп'ютер, а інтеграція програми у навчальний процес може відволікати від традиційних методів викладання.

Отже, програмне середовище GeoGebra виступає як ефективний інструмент, що робить процес вивчення математики не лише зручнішим, а й цікавішим. Завдяки своїй гнучкості та інтерактивності, воно надає викладачам і учням нові можливості для візуалізації та розуміння складних математичних ідей. Попри окремі недоліки, GeoGebra залишається важливим засобом у навчанні та викладанні математики, допомагаючи користувачам відкривати для себе захоплюючий світ науки про числа й геометричні форми.

Список використаних джерел:

1. Відео «GeoGebra 3D Калькулятор (інструкція до користування)». URL: https://www.youtube.com/watch?v=_xSMZLP7Vu0
2. Для чого призначена програма GeoGebra. URL: <https://uatt.com.ua/dlia-choho-pryznachena-prohrama-geogebra/>
3. Долук Д.А., Порхун А.О. Створення інтерактивних моделей у середовищі GeoGebra: методичні рекомендації для вчителів. URL: https://likt.edu.vn.ua/uploads/user/files/instructions/geogebra_doluk_porhun.pdf
4. Насадик М.Я. Використання динамічної моделі GeoGebra на уроках математики: методична розробка. Тлумач, 2022. 23 с.
5. Чемерис О., Прус А., Фонарюк О. Майстерня GeoGebra: практичний підхід до візуалізації математики: методичні рекомендації. Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2024. 46 с. URL: <https://eprints.zu.edu.ua/41691/1/1.pdf>

Serhiy SHLENCHAK

Kamianets-Podilskyi Professional College of Culture and Arts

USING THE SOFTWARE ENVIRONMENT «GEOGEBRA: 3D CALCULATOR» FOR THE STUDY OF STEREOMETRY

Abstract. Today, mathematics teachers are encouraged to use the latest technologies to develop students' mathematical thinking. The GeoGebra software environment is one of the most effective educational programs for teaching and learning mathematics.

Using the 3D Calculator application of the GeoGebra software environment, you can construct three-dimensional objects, in particular, polyhedra, solids of revolution, etc., manipulate objects: move, rotate, and scale 3D objects, display objects in three dimensions using various types of projections, etc.

This article discusses the capabilities of the 3D Calculator application, its importance for students' learning of mathematics, for increasing students' cognitive activity by introducing elements of visualization, experiment and research into the educational process. The methodology for constructing a cube, creating a cube scan in the form of a dynamic model is presented. The methodology for constructing sections of a cube by a plane is also developed, as a result of which it is possible to obtain various flat figures in the form of a section of a cube and a plane. Methods for finding the length of a segment, the magnitude of an angle, the area of a polygon and the volume of a cube are shown.

Key words: GeoGebra, dynamic mathematics, cube, cross-section, model, visualization, interactivity, stereometry, research.

References:

1. Video «GeoGebra 3D Kal'kulyator (instruktsiya do korystuvannya)». URL: https://www.youtube.com/watch?v=_xSMZLP7Vu0
2. Dlya choho pryznachena prohrama GeoGebra. URL: <https://uatt.com.ua/dlia-choho-pryznachena-prohrama-geogebra/>
3. Dolyuk D.A., Porkhun A.O. Stvorenniya interaktyvnykh modeley u seredovyshchi GeoGebra: metodychni rekomendatsiyi dlya vchyteliv. URL: https://likt.edu.vn.ua/uploads/user/files/instructions/geogebra_doluk_porhun.pdf
4. Nasadyk M.Ya. Vykorystannya dynamichnoyi modeli GeoGebra na urokakh matematyky: metodychna rozrobka. Tlumach, 2022. 23 s.
5. Chemerys O., Prus A., Fonaryuk O. Maysternya GeoGebra: praktychnyy pidkhid do vizualizatsiyi matematyky: metodychni rekomendatsiyi. Zhytomyr: Vyd-vo ZhDU im. I. Franka, 2024. 46 s. URL: <https://eprints.zu.edu.ua/41691/1/1.pdf>

Отримано: 19.11.2025

ОБ'ЄКТИВІЗАЦІЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАЛЬНО-ПІЗНАВАЛЬНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ЗДОБУВАЧІВ ОСВІТИ В УМОВАХ СЬОГОДЕННЯ

УДК 004.62;004.02

DOI: 10.32626/2307-4507.2025-31.92-96

Tetiana PYLYPIUK¹, Viktor SHCHYRBA²*Kamianets-Podilskyi Ivan Ohiienko National University**e-mail: ¹pylypyuk.tetiana@kpmu.edu.ua, ²shchyrba.viktor@kpmu.edu.ua;**ORCID: 10000-0002-4676-9830, 20000-0002-2520-5825*

DATA ANALYSIS IN THE EDUCATIONAL PROCESS BASED ON QUALIMETRIC MODELS

Annotation. The article is devoted to the study of approaches to data analysis in the educational process using qualimetric models. A systematic analysis of modern scientific research and publications devoted to the application of qualimetry in education, educational analytics, and assessment of the effectiveness of the educational process is carried out in the work. The main approaches to constructing qualimetric models are summarized and their advantages for processing and interpreting the results of educational measurements are determined.

The general algorithm for qualimetric models designing is considered. It includes the formation of research directions, the definition of their components, the selection of evaluation criteria, the establishment of weight coefficients and the calculation of integral quality indicators. For example, a simple qualimetric model "Organization of the educational process according to the educational and professional program" was developed and analyzed based on real empirical data from the survey of higher education students "Educational program through the eyes of a higher education student". For the constructed model, the main areas of research, their structural components and relevant evaluation criteria were determined, and the use of expert assessments and weight coefficients was justified. The results of calculating generalized quality indicators of the educational process organization were presented and their interpretation was carried out. The obtained results confirm the feasibility of using qualimetric models to support management decisions in the field of ensuring the quality of higher education and can be used to improve educational and professional programs and internal quality monitoring procedures.

Key words: qualimetric model, research directions, expert, weighting coefficients, evaluation criteria.

I. Introduction. Qualimetric measurements in education, according to [3], are procedures (operations) for presenting qualitative and quantitative characteristics, properties, quality features of objects or processes of education using special qualimetric tools. The specificity of qualimetric measurements in education is the absence of specific physical measures of quality. Factor-criteria (or qualimetric) models are used to carry out measurements in education, which are analytical models of a certain object (educational institution, department or department of education, teacher's activities, school head), which are based on the method of expert assessments using a qualimetric approach to determining the content and significance of each indicator of the assessment object quality [3].

The stages of conducting qualimetric measurements in education are: measuring various components (characteristics, properties, qualities) of the studied educational object; assessing the quality of the educational object by determining quality indicators calculated on the basis of the obtained results of measurements of the corresponding characteristics or properties [3]. The absolute indicators obtained during qualimetric measurements are interpreted into qualimetric estimates – relative indicators, which are determined by the ratio of the absolute indicator

to the reference (base) indicator. Qualimetric measurements are carried out using qualimetric scales: nominal or name scale, ordinal (or ordinal, rank) and so-called metric scales – interval, ratio scale and absolute value scale. The choice of a scale for measuring quality or individual properties of objects, as well as its graduation depend on the nature of the object, on the goals and objectives of measurements, methods and means of measurement, accuracy requirements, etc. and other conditions of qualimetric measurement [3].

Qualimetry is the science of methods for quantitative assessment of quality, which makes it possible to measure any qualitative phenomena using factor-criteria models. That is, it is possible to provide a comprehensive assessment of quality through a set of indicators using an appropriate mathematical model. The factor-criterion model is most often used as a qualimetric model, since it involves dividing an object into structural elements. This approach allows us to consider an object as a system, evaluating it not as a whole, but as a set of interconnected components. The study of the universal qualimetric approach allowed its use for the development of factor-criterion models in a comprehensive assessment of education quality. The advantage of evaluative qualimetric technology is that its use

allows you to measure results that record the achievement of a goal at a certain point in time.

The selection of certain factors may be based on expert assessment by scientists and/or practicing teachers, and information processing may be carried out on the basis of express analysis using technologies of pairwise comparisons, ranking, as well as the use of statistical methods of mass observations, grouping of information and data, correlation analysis, etc. [9].

It is necessary to take into account not the obtained quantitative indicators, but their dynamics (increase or decrease) over time when comparing results given the peculiarity of the qualimetric approach, because this indicator is the indicator that characterizes the quality of education.

One of the basic principles of qualimetry, namely, taking into account the relationship between complex and simple properties of an object by creating a standard, is implemented when using the qualimetric approach. This standard corresponds to the ideal state (quality) object model through the decomposition of this object properties, which occurs by providing the main parameters of development, factors and criteria for reflecting these factors.

II. Review of Recent Research and Publications.

The topical problem of the effectiveness of monitoring the quality of education in a higher education is considered in [1]. The effectiveness of monitoring the quality of education in higher education is seen as the degree of achievement of the goals of monitoring the quality of education, quality performance and ensuring the interaction of all its functions, taking into account sociopsychological factors in monitoring procedures. On the basis of the qualimetric approach the factor-criterion model of efficiency of monitoring of education quality is developed by the authors, the weights for each parameter, factor and criterion are calculated. The peculiarity of their model is the ability to adapt to the specifics of the system of internal monitoring of the quality of education in the institution of higher education, which ensures its variability. Tracking changes in the level of effectiveness of monitoring the quality of education in a higher education institution based on the factor-criterion model developed by the authors allows us to track the dynamics of monitoring effectiveness indicators and make management decisions based on the results obtained that will contribute to the improvement of monitoring procedures [1].

The integration of qualimetric approaches into modern information and measurement technologies is investigated in the article [2]. The possibilities of using qualimetric methods to increase the accuracy and objectivity of assessing the quality of educational processes and products are considered. The authors [2] provide examples of the implementation of qualimetric methods, which confirm their effectiveness and prospects. The results of their study demonstrate that the integration of qualimetric approaches contributes to a significant improvement in the accuracy, reliability, and objectivity of the assessment of various parameters. Qualimetry is considered as a science of quantitative quality assessment, offering effective tools for analyzing the quality of educational processes and products. The authors explore the methods and approaches of qualimetry, their technical implementation and integration into modern information and measurement technologies. Also in [2], a table presents a systematization of

qualimetric assessment methods and a structural diagram of the classification of qualimetric assessment methods.

The essence of the qualimetric approach and its role in the procedures for assessing the quality of specialist training in institutions of professional pre-higher education are disclosed in [4]. The authors consider the concepts of "qualimetry", "pedagogical qualimetry", as well as its types, methods, components, principles of the qualimetric approach, qualimetric quality indicators that are directly related to the process of assessing the quality of education; characterize the complex of principles of the qualimetric approach to the system of assessing the quality of training of specialists in construction colleges (principles of decomposition, priority, reference, inequality, normalization, variety of diagnostic methods). Also in [4] there is a schematic presentation of the principles of the qualimetric approach.

A practical qualimetric study "Qualimetric assessment of the quality of teaching mathematical disciplines in the Computer Science specialty" is presented in [7]. For the study, the authors used the responses of higher education applicants to the questions of the questionnaire "Teacher through the eyes of students." The research was conducted in the following areas of activity: the level of formation of methodological competence and information culture of the teacher, the level of formation of subject competence, the level of formation of moral and communicative competence and, accordingly, the indicators were grouped. In this study, to determine the expert assessments and fill in the relevant tables, the calculated average grades in mathematical disciplines, given by higher education applicants from different groups of the Computer Science specialty, were used. The analysis of real data using the relevant criteria resulted in an overall assessment of a sufficient level [7].

The article [8] is devoted to the organization of monitoring the quality of students' learning using qualimetric models. A general approach to the design of qualimetric models is considered. Also, to monitor the quality of student learning, a qualimetric model for evaluating this quality was compiled, for which the corresponding directions of research and their components were determined. This research was conducted with a certain time interval for students of different courses and specialties. The article presents qualimetric model "The level of evaluating quality in students' learning", the research results and appropriate conclusions.

III. The main part. Let's use the general algorithm (Fig. 1) for applying the qualimetric approach to data analysis in the educational process and building a qualimetric model "Organization of the educational process according to the Educational and Professional Program" [5; 6; 8].

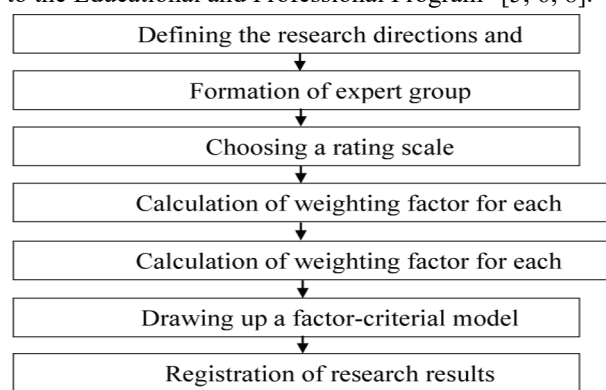


Fig. 1. Algorithm for constructing a qualimetric model

Let's define for the simplicity of the experiment two research directions based on the questions of the questionnaire "Educational program through the eyes of a higher education student":

1. Quality of educational, methodological and information support for the educational process;
2. Content and features of training according to the Educational and Professional Program.

Let us also define, for example, the components of each direction.

Components of direction 1:

- availability of work programs/syllabuses of educational components;
- availability of educational and teaching-methodical literature;
- availability of electronic courses in moodle;
- availability of software tools for learning.

Components of direction 2:

- sufficient content of the list of mandatory educational components;
- possibility of forming an individual educational trajectory;
- organization and implementation of independent work;
- sufficient time allocated for practical training.

Regarding the formation of expert groups, let's define the experts as higher education students of different years of study.

Factor-criterion model, as a rule, is drawn up in the form of a table. For the convenience of tables design and implementation of all the calculations it is recommended to use the Microsoft Excel software (version does not matter).

To evaluate the research directions by experts and calculate the weighting factors for each direction, the corresponding tables are filled in [8].

Let's say we've chosen a point scale for grading. Each expert (member of the expert group) fills in appropriate column the number of points corresponding to the importance of research direction. The lowest point is 1. The highest point is equal to the number of research directions. Also, such condition must be satisfied: it is not possible to assign the same number of points to two different directions. The expert gives the highest number of points to the most significant direction. Points in other directions are put down in decreasing order of their importance.

The algorithm for expert evaluation and calculation of the weighting coefficients for each

direction of research, as well as the weighting coefficients for the components of these directions, is presented in [8].

A general presentation of the qualimetric factor-criterion model is also made in [8].

The names of research directions, names of components within each direction, weighting factors of directions, as well as weighting factors of components within each direction are transferred from corresponding tables.

For our study, Fig. 2 presents auxiliary tables.

Fig. 3 shows the compiled qualimetric factor-criterion model.

In column "Degree of component manifestation" in the compiled qualimetric factor-criterion model, one of the estimates must be put down for each indicator:

0 – if the relevant activity was not carried out;

0,25 – if the relevant activity was carried out at a low level;

0,5 – if the relevant activity was carried out at a middle level;

0,75 – if the relevant activity was carried out at a sufficient level;

1 – if the relevant activity was carried out at a high level.

The algorithm for calculating the overall final comprehensive assessment using the qualimetric model is presented in [8].

Then the overall rating (g) is analyzed. Let's use the following criteria:

- 1) the overall rating $g < 0,55$ – level direction of implementing activities is low;
- 2) the overall rating $0,55 \leq g < 0,65$ – level direction of implementing activities is middle;
- 3) the overall rating $0,65 \leq g < 0,75$ – level direction of implementing activities is sufficient;

Qualimetric model "Organization of the educational process according to the Educational and Professional Program"						
Calculation of weighting coefficients for research directions						
Research directions	Weighting factor	Experts				Σ
		1	2	3	4	
1 Quality of educational, methodological and information support for the educational process	0,50	1	2	2	1	6
2 Content and features of training according to the Educational and Professional Program	0,50	2	1	1	2	6
	1,00					12
Calculation of weight coefficients for the components of direction 1 "Quality of educational, methodological and information support for the educational process"						
Components	Weighting factor	Experts				Σ
		1	2	3	4	
1 Availability of work programs/syllabuses of educational components	0,38	4	4	3	4	15
2 Availability of educational and teaching-methodical literature	0,15	1	2	2	1	6
3 Availability of electronic courses in moodle	0,33	3	3	4	3	13
4 Availability of software tools for learning	0,15	2	1	1	2	6
	1,00					40
Calculation of weight coefficients for the components of direction 2 "Content and features of training according to the Educational and Professional Program"						
Components	Weighting factor	Experts				Σ
		1	2	3	4	
1 Sufficient content of the list of mandatory educational components	0,35	4	4	3	3	14
2 Possibility of forming an individual educational trajectory	0,33	3	2	4	4	13
3 Organization and implementation of independent work	0,18	1	3	1	2	7
4 Sufficient time allocated for practical training	0,15	2	1	2	1	6
	1,00					40

Fig. 2. The auxiliary tables

- 4) the overall rating $g \geq 0,75$ – level direction of implementing activities is optimal.

The overall rating according to our qualimetric model is 0,70. Therefore, the level of organization of the educational process according to the Educational and Professional Program is sufficient.

It should be noted that the grades within 0 – 1 are used more often. They allow us to focus on the classic grading scale, although the criteria may be different.

The suitability of the factor-criterial model, weighting factors and the rating scale is established through numerous experts checks and repeated approbation. Only when the same or similar evaluations for object are repeating, we can consider that objective information about the state of this object has been obtained. Otherwise, the resulting estimate may be informative and it will be necessary to research the object by other methods.

We also note that the specified indicators and their quantity may be changed depending on the purpose of the study.

The assessment obtained in our study is informative in nature.

Note that the qualimetric model helps to identify factors that may influence the overall assessment.

IV. Conclusions. With the help of a qualimetric approach to the evaluation particular activity, a certain toolkit for evaluating the state of the object is created. It allows us to quantify the degree to which the object has achieved a certain qualitative state of development.

Based on the obtained qualimetric models, it is possible to create new ones, modifying and supplementing existing ones.

The use of qualimetric models for the analysis of the educational process organization in the Educational and Professional Program makes it possible to identify the factors influencing its effectiveness.

After analyzing the results, it is necessary to plan and implement measures to improve the organization of the educational process, harmonizing the interests of all participants in the educational process.

References:

1. Annenkova I.P., Kuznetsova N.V. Qualimetric Model of Education Quality Monitoring in Higher Education Institutions. *Innovative Pedagogy*. Issue 38, 2021. Pp. 210–214.
2. Hrinchenko H.S., Matsko A.M. Integration of Qualimetric Approaches into Modern Educational Information and Measurement Technologies. *Mechanical Engineering*, 2024. No. 34: Metrology and Information and Measurement Technologies. Pp. 39–50.
3. Lukina T.O. Qualimetric Measurements in Education. In: *Encyclopedia of Education* / National Academy of Educational Sciences of Ukraine; ed. by V.H. Kremen. 2nd ed., revised and expanded. Kyiv: Yurinkom Inter, 2021. P. 437.
4. Pashchenko T.M. Qualimetric Approach in the Implementation of the Methodological System for Assessing the Quality of Training of Specialists in Construction Colleges. *Scientific Notes of the Junior Academy of Sciences of Ukraine*. No. 1 (23), 2022. Pp. 92–100.
5. Pylypiuk T.M. Measurement in Education Using Qualimetric Models. *Scientific Proceedings of Kamianets-Podilskyi Ivan Ohienko National University*: Proceedings of the Annual Scientific Conference of Faculty Members, Doctoral and Postgraduate Students. Kamianets-Podilskyi: Kamianets-Podilskyi Ivan Ohienko National University, 2021. Issue 20. Vol. 2. Pp. 85–87.
6. Pylypiuk T.M., Rozumovska O.B. Qualimetric Modeling in the Study of the Educational Process. *Scientific Proceedings of Kamianets-Podilskyi Ivan Ohienko National University*: Proceedings of the Annual Scientific Conference of Faculty Members, Doctoral and Postgraduate Students. Kamianets-Podilskyi: Kamianets-Podilskyi Ivan Ohienko National University, 2022. Issue 21. Vol. 2. Pp. 300–302.
7. Pylypiuk T.M., Rozumovska O.B. Qualimetric Assessment of the Quality of Teaching Mathematical Disciplines in the “Computer Science” Program. *X International Scientific and Practical Conference Mathematics. Information Technologies. Education*: Abstracts. Lutsk–Svitiaz, June 4–6, 2021. Lutsk, 2021. Pp. 48–50.
8. Pylypiuk T. The Use of Qualimetric Models in the Organization of Monitoring Research at the University. *Journal of International Scientific Publications: Educational Alternatives*. 2020. Vol. 18. Pp. 21–29. URL: <https://www.scientific-publications.net/en/article/1002095/>
9. Pylypiuk T., Shchyryba V. Data Mining Methods. *Scientific Proceedings of Kamianets-Podilskyi Ivan Ohienko Na-*

Qualimetric model "Organization of the educational process according to the Educational and Professional Program"						
No	Directions of learning activities	Weighting factor of directions	Components	Weighting factor of components	The degree of manifestation components	Result
1	Quality of educational, methodological and information support for the educational process	0,50	Availability of work programs/syllabuses of educational components	0,38	0,75	0,28
			Availability of educational and teaching-methodical literature	0,15	0,5	0,08
			Availability of electronic courses in moodle	0,33	0,75	0,24
			Availability of software tools for learning	0,15	0,25	0,04
	In total	0,32				0,64
2	Content and features of training according to the Educational and Professional Program	0,50	Sufficient content of the list of mandatory educational components	0,35	1	0,35
			Possibility of forming an individual educational trajectory	0,33	0,5	0,18
			Organization and implementation of independent work	0,18	0,75	0,13
			Sufficient time allocated for practical training	0,15	0,75	0,11
	In total	0,38				0,76
	Overall rating	0,70				

Fig. 3. The compiled qualimetric factor-criterion model

tional University. Pedagogical Series / [Editorial Board: S.V. Optasiuk (Chair, Scientific Editor) et al.]. Kamianets-Podilskyi: Kamianets-Podilskyi Ivan Ohienko National University, 2023. Issue 29: Didactic Prerequisites for the Formation of Future Teachers in the Context of Innovations in Natural Science Education. Pp. 7–10.

Тетяна ПИЛИПЮК, Віктор ЦИРБА

Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка

АНАЛІЗ ДАНИХ В ОСВІТНЬОМУ ПРОЦЕСІ НА ОСНОВІ КВАЛІМЕТРИЧНИХ МОДЕЛЕЙ

Анотація. Стаття присвячена дослідженню підходів до аналізу даних в освітньому процесі з використанням кваліметричних моделей. У роботі здійснено системний аналіз сучасних наукових досліджень і публікацій, присвячених застосуванню кваліметрії в освіті, освітній аналітиці та оцінюванню ефективності освітнього процесу. Узагальнено основні підходи до побудови кваліметричних моделей та визначено їх переваги для обробки й інтерпретації результатів освітніх вимірювань.

Розглянуто загальний алгоритм проєктування кваліметричних моделей, що включає формування

напрямків дослідження, визначення їх складових, вибір критеріїв оцінювання, встановлення вагових коефіцієнтів та розрахунок інтегральних показників якості. Для прикладу розроблено та проаналізовано просту кваліметричну модель «Організація освітнього процесу за освітньо-професійною програмою» на основі реальних емпіричних даних анкетування здобувачів вищої освіти «Освітня програма очима здобувача вищої освіти». Для побудованої моделі визначено основні напрямки дослідження, їх структурні складові та відповідні критерії оцінювання, а також обґрунтовано використання експертних оцінок і вагових коефіцієнтів. Представлено результати обчислення узагальнених показників якості організації освітнього процесу та здійснено їх інтерпретацію. Отримані результати підтверджують доцільність використання кваліметричних моделей для підтримки управлінських рішень у сфері забезпечення якості вищої освіти та можуть бути використані для вдосконалення освітньо-професійних програм і процедур внутрішнього моніторингу якості.

Ключові слова: кваліметрична модель, напрямки дослідження, експерт, вагові коефіцієнти, критерії оцінювання.

Отримано: 2.10.2025

УДК 378.371:53,004

DOI: 10.32626/2307-4507.2025-31.96-102

Аркадій КУХ¹, Оксана КУХ²

Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка

e-mail: ¹kukh@kpmi.edu.ua, ²lokukh@kpmi.edu.ua;

ORCID: ¹0000-0002-7865-4704, ²0000-0001-9103-1272

УПРАВЛІННЯ ФОРМУВАЛЬНИМ ОЦІНЮВАННЯМ

Пропонується модель формувального оцінювання на основі виділення взірців-еталонів контролю результатів освітньо-пізнавальної діяльності. В статті розглядається актуальна проблема впровадження формувального оцінювання («оцінювання для навчання») в умовах реформування сучасної освіти. Автори акцентують увагу на тому, що на відміну від підсумкового контролю, формувальне оцінювання є постійним інтерактивним процесом, метою якого є не виставлення балу, а моніторинг прогресу здобувача освіти, надання своєчасного зворотного зв'язку та коригування навчальних стратегій.

Основною метою дослідження є розробка та обґрунтування наукової моделі управління процесом формувального оцінювання (зокрема, на прикладі навчання фізики). Теоретичною основою моделі обрано кібернетичний підхід, де навчальний процес розглядається як система управління зі зворотним зв'язком. У цій системі викладач виступає керуючою підсистемою, а здобувач освіти – керованою, причому кінцевою метою є перехід від зовнішнього управління до самоуправління та саморегуляції студента. Центральним елементом запропонованої методики є система чітких критеріїв успіху – «взірців-еталонів» засвоєння знань. Автор пропонує детальну класифікацію рівнів навчальних досягнень, що базуються на стані сформованості пізнавальних дій. Виділяються такі взірці-еталони: буденна обізнаність (Б), копіювання (К), розуміння (Р), заучування (З), оволодіння (О), уміння (У), навичка (Н), переконання (П) та вищий рівень – готовність до вчинку (В). Ці рівні корелюють з параметрами рефлексивності, раціональності та ремінісцентності.

Практична реалізація моделі здійснюється через «цільові програми», які визначають зміст навчання та очікувані результати для кожного навчального блоку. Для перевірки досягнень пропонується використовувати спеціально розроблені тести, де кожне завдання відповідає певному взірцю-еталону (наприклад, репродуктивному, продуктивному чи творчому рівню). У тексті наведено приклад такої програми та тестових завдань з фізики (тема «Теплові явища», 8 клас).

Автори доходять висновку, що використання такої деталізованої моделі дозволяє мінімізувати суб'єктивність оцінювання, забезпечити прозорість критеріїв для обох сторін навчального процесу та підвищити ефективність навчання шляхом чіткого діагностування прогалин у знаннях. Запропонований підхід сприяє розвитку метакогнітивних навичок здобувачів освіти та створенню атмосфери довіри в освітньому середовищі.

Ключові слова: формувальне оцінювання, взірці-еталони, прогноз, цілепокладання, моніторинг, діагностика, прогноз.

В умовах реформування освіти особлива увага приділяється формувальному оцінюванню. Формувальне оцінювання або "оцінювання для навчання"

(assessment for learning), – це постійний процес, який відбувається під час освітньої діяльності. Його мета полягає у формуванні (або коригуванні) навчального

процесу з урахуванням індивідуальних потреб кожного здобувача освіти, на відміну від підсумкового оцінювання. Це послідовна, змістовна взаємодія між усіма учасниками освітнього процесу щодо навчальних досягнень на основі чітких цілей і критеріїв.

Формувальне оцінювання як "оцінювання для навчання" охоплює кілька ключових елементів: визначення зрозумілих цілей на період навчання; надання та отримання конструктивного зворотного зв'язку щодо досягнень; коригування викладачем освітнього процесу відповідно до прогресу здобувачів освіти.

Завдяки цьому ЗО і викладачі отримують відповіді на важливі питання: яка мета навчання, де зараз знаходиться здобувач освіти, яке наступне завдання. Формувальне оцінювання є однією з найефективніших стратегій підвищення успішності здобувача освіти, що підтверджено міжнародними дослідженнями (зокрема ОЕСР). Системне впровадження цієї стратегії сприяє рівному доступу до якісної освіти та допомагає студентам (учням) досягати кращих результатів, незалежно від їхнього соціально-економічного статусу. Воно розвиває вміння вчитися протягом життя.

Ефективний зворотний зв'язок між учасниками освітнього процесу має значний вплив на його ефективність. Крім того, формувальне оцінювання розвиває метакогнітивні навички – вміння планувати, регулювати та аналізувати власне навчання, що підвищує їхню внутрішню мотивацію. Формувальне оцінювання – це постійний інтерактивний процес, який відбувається під час навчання і має на меті не виставлення кінцевого балу, а моніторинг прогресу здобувача освіти (ЗО) для надання негайного зворотного зв'язку. Головна ціль цього підходу полягає в тому, щоб допомогти викладачу своєчасно скоригувати методи навчання, а ЗО – усвідомити власні прогалини, покращити навчальні стратегії та, зрештою, навчитися вчитися самостійно.

Критично важливими умовами для ефективності формувального оцінювання є створення в освітньому середовищі атмосфери довіри, де помилки сприймаються як нормальна частина процесу пізнання, та наявність чітких, зрозумілих ЗО критеріїв успіху. Цей процес передбачає використання різноманітних технік, таких як спостереження, постановка глибоких запитань, а також активне залучення ЗО до самооцінювання та взаємооцінювання, що значно підвищує їхню внутрішню мотивацію.

Впровадження формувального оцінювання на практиці стикається з низкою серйозних викликів, ключовими з яких є велике навантаження на викладачів через брак часу та переповнені класи, що ускладнює індивідуальний підхід. Окрім того, бар'єрами стають недостатня підготовка педагогів щодо володіння інструментами цього типу оцінювання та психологічний опір змінам традиційної бальної системи з боку вчителів, учнів і батьків, які характерні для НУШ.

Отже, формувальне оцінювання вимагає науково обґрунтованої моделі управління освітнім процесом. Тому метою нашого дослідження є формування моделі ефективного формувального оцінювання, зокрема, з фізики.

Проблеми управління пізнавальною діяльністю досліджувались багатьма вченими. Так, С.І. Архангельський, В.П. Беспалько, Н.Ф. Тализіна, П.С. Ата-

манчук, М.В. Опачко та інші узяли за основу принципи загальної кібернетичної системи управління освітнім процесом. У кібернетиці розрізняють три основні види управління: розімкнене, замкнуте і змішане. У дослідженнях модульного навчання прийнята за основу змішана схема управління з домінуванням замкнутої. Ефективним є управління за зворотнім зв'язком з регуляцією ходу керованого процесу з боку керівної системи. Зміст зворотного зв'язку, визначається сукупністю контрольованих характеристик, виділених на підставі дидактичних цілей [1, с. 50]. При цьому вона пропонує представляти контрольовані характеристики у вигляді подвійного переліку – характеристики «входу» (перелік основних понять і умінь, необхідних для засвоєння модуля) і характеристики «виходу» (перелік основних понять і умінь, одержаних в результаті засвоєння модуля). Додатково можуть вводитися характеристики проміжних станів, для встановлення ефективності управління.

Узагальнення результатів комплексного аналізу проблеми є науковою основою для побудови моделі процесу формувального оцінювання. Такою моделлю може бути і кібернетична система комплексу знань про процес управління навчально-пізнавальною діяльністю ЗО. Модель можна назвати інтегральною інформаційною системою, зміст якої може бути поданий в деякій знаковій формі.

При побудові моделі освітнього процесу доцільно виділяти три ланки, що відображають модель функціонування здобувача освіти як керованої підсистеми, модель функціонування викладача як керуючої підсистеми, моделі управління процесом освіти, що пов'яже ці дві підсистеми у єдину узгоджену функціональну систему.

При розробці моделі процесу навчання використовуються як закономірності діяльності людини (індивіда), так і закони функціонування керуючих систем. Найбільш значущими серед них ми вважаємо наступні попередні дії: прогнозування результатів діяльності, структуризація змісту навчання, формулювання діагностичних цілей, моделювання способів діяльності ЗО.

Метою формувального оцінювання є одержання інформації від керованої підсистеми (здобувач освіти) до керівної системи (викладач) про стан засвоєння навчального матеріалу. Інформація може бути виражена як у кількісних мірах так і в якісних (якому сьогодні віддається перевага). Для цього необхідно здійснити освітній прогноз засвоєння змісту освіти (навчальних блоків – НБ), визначити рівень досягнень ЗО, вказати чіткі критерії стану системи. Такими критеріями можуть виступати взірці-еталони знань, так і діяльність, що підтверджує їх сформованість: буденна обізнаність, початкові несистематизовані базові знання (Б), знання-копії (копіювання – К), розуміння головного (розуміння – Р), завчені знання (заучування – З), оволодіння знаннями (освоєння – О), переконання (П), вміння (У) та навичка (Н). Вищим виявом готовності ЗО до здійснення самоосвітньої діяльності є готовність до вчинку (В).

Визначені взірці можна класифікувати за характером протікання процесу навчання та здійснюваної ЗО діяльності – рефлексивність (взірці Б, К, О, П), раціональність (Б, Р, О, У), ремінісцентність (Б, З, О, Н).

Усереднений взірць базові знання (Б) вказує на не-систематизовані знання, здобуті в повсякденній практиці діяльності (буденна обізнаність). Усереднений взірць оволодіння (освоєння – О) вказує на здатність студента виконати вказану послідовність пізнавальних дій у повному об'ємі в будь-якому контексті завдання. Усереднений взірць готовність до вчинку (В) вказує на здатність здійснити діяльність на основі внутрішнього плану дій

Взірці розрізняти за рівнями сформованості пізнавальних дій: початковий (Б), репродуктивний – (К, З, Р), адаптивний (моделюючий – О), продуктивний (дослідницький, експериментальний – У, П, Н), творчий (пошуковий – В). Якщо виникає необхідність, то виконання дії корегується до того часу, поки не буде задовольняти заданому чиннику – зразку-взірцю, що відповідає нормативному результату (таблиці 1, 2).

Таблиця 1

Рівні, параметри та взірці засвоєння знань

Рівень досягнення	Рівень розвитку пізнавальних дій	Параметр та взірць контролю		
Параметр		Рефлексивність (почуття)	Рациональність (інтелект)	Ремінісцентність (пам'ять)
Низький	Початковий	Буденна обізнаність (Б)		
Середній	Репродуктивний	Копіювання (К)	Розуміння (Р)	Заучування (З)
Достатній	Адаптивний	Оволодіння (О)		
Високий	Продуктивний	Переконання (П)	Уміння (У)	Навичка (Н)
	Творчий	Готовність до вчинку (В)		

Наступний етап розробки моделі управління формувальним оцінюванням – структуризація змісту навчання. Організаційним документом, що визначає зміст навчального матеріалу в особистісно-діяльнісному аспекті його реалізації може бути цільова програма. У цільовій програмі задано орієнтири як щодо змісту навчання (фізики), так і до результатів діяльності здобувачів освіти як на окремому занятті, так і на проміжних етапах контролю та на завершальному етапі вивчення розділу або теми. Особливість цільової програми [2, 3] у цьому випадку полягає в чіткому окресленні взірців-еталонів виконання діяльності та вимог до її здійснення, що співвідносяться як із змістом курсу (фізики) та містом професійної підготовки.

Відомо, що засвоєння навчального матеріалу й одержання конкретних здобутків здійснюється за трьома параметрами, що охоплюють весь часовий простір діяльності людини: емоційну сферу (рефлексивність), інтелектуальну сферу (раціональність) та мнемічну (ремінісцентність). Сама цільова програма складається з низки пізнавальних задач (навчальних блоків НБ), які визначають зміст навчання фізики і мету – рівень досягнень ЗО, що описується взірцем-еталоном. Таким чином, пізнавальна задача визначається як мета, що окреслена об'єктивно-предметними умовами її досягнення.

Характер навчальних задач (завдань) узгоджується із проєктованим рівнем засвоєння кожного НБ. Зрозуміло також, що при цьому “центр ваги” зміщується в сторону найбільш “вагомих” НБ, тобто біль-

ше уваги приділяється тим задачам, які орієнтовані на вищі рівні (взірці-еталони) засвоєння: адже проблема цілеспрямованого управління навчально-пізнавальною діяльністю ЗО полягає в забезпеченні, насамперед, їх активної діяльності, спрямованої на оволодіння ведучими знаннями і способами діяльності. Добір і використання навчальних задач у строгій відповідності з передбаченими (прогнозованими) рівнями засвоєння НБ є достатньою умовою для організації навчальної діяльності студентів (пізнавальні зусилля приведені у відповідність з нормативним результатом) і необхідною передумовою для управління цією діяльністю (розв'язки намічених навчальних задач виступають своєрідними еталонами контролю навчальної діяльності студентів із засвоєнню конкретних НБ) (таблиця 2).

Таблиця 2

Класифікація взірців-еталонів контролю

Рівень	Взірць-еталон	Позначення	Якість знань (критерії оцінювання)	Кількість оцінок за 12-ною шкалою
Низький	Базові знання	Б	Певна обізнаність із символікою та термінологією, хибність трактувань величин і понять	1
	Ситуативне сприйняття	С	Символіка, термінологія, фрагменти окремих понять	2
		Я	Символіка, термінологія, окремі поняття, фрагменти розуміння суті явищ і процесів	3
Середній	Заучування	З	Механічне відтворення НБ в обсязі і структурі її засвоєння (репродуктивне відтворення)	4
	Копіювання	К	Копіювання моторних і розумових дій із засвоєння НБ під впливом зовнішніх і внутрішніх мотивів	5
	Розуміння	Р	Свідоме відтворення суті НБ в послідовності її розв'язання	6
Достатній	Оволодіння	О	Розуміння суті НБ, відтворення послідовності розв'язку в будь-якій структурі викладу	7
	Освоєння	О	Освоєння основного алгоритму діяльності в структурі НБ у будь-якому змісті	8
	Опанування	О	Елементи автоматизованих дій при розв'язанні типових задач за структурою НБ	9
Вищий	Навичка	Н	Автоматичне виконання послідовності дій викладених у НБ з регламентом часу	10
	Уміння	У	Здатність свідомо застосовувати знання для розв'язання нестандартних задач	11
	Переконання	П	Здатність доводити і аргументовано відстоювати свою думку в контексті життєдіяльності	12
	Готовність до вчинку	В	Здатність здійснювати діяльність на основі раціонального внутрішнього плану дій	

Зауважимо, що яка б форма цільової програми не використовувалась, говорити про цілеспрямоване управління навчально-пізнавальною діяльністю ЗО можна лише у випадку об'єктивного контролю у навчанні. Як показує досвід, в умовах, коли встановлено еталони контролю і коли їх зміст відомий як викладачу, так і студенту, належної об'єктивності досягти неважко. Дійсно, якщо оцінна діяльність обох сторін (викладач, студент) орієнтована на одні і ті ж чинники, то суб'єктивні впливи на оцінку результату навчання мінімізуються. Невипадково відомий психолог Ш.О. Амонашвілі наголошує, що для того, щоб еталон послужив основою для об'єктивної оцінки результату навчання, необхідно навчити ЗО способам співвіднесення своїх знань з цим взірцем [4].

Розглядаючи навчання як управління, об'єктом якого є людська особистість, багато авторів відзначають, що одностороннє захоплення кібернетичним підходом і зневагу психологічної стороною учіння нерідко призводять до того, що спотворюється дійсна картина дидактичного процесу. Ми згодні з думкою Ю.К. Бабанського, що стверджував, що процес навчання функціонує найефективніше тоді, коли знаходиться оптимальна міра співвідношення між зв'язками управління і самоуправління [5]. Основний механізм управління навчальним процесом, вважає В.І. Бондар, – закладається в програмі вивчення дисциплін, що дає можливість функції зовнішнього управління по відношенню до навчальної діяльності студентів трансформуватися в самоуправління [5, с. 19]. Управління суб'єктом в процесі навчальної роботи, згідно точки зору А.Н. Леонтьєва [5], стає можливим лише тоді, коли актуально усвідомлюється предмет тієї або іншої здійснюваної дії. В цьому випадку реалізується вся структура діяльності [4, с. 51]. Реалізація структури навчальної діяльності забезпечує самоорганізацію діяльності студентів, що у вітчизняній педагогічній теорії визнається за вищий рівень ефективності функціонування освітньої системи [6]. У разі розбіжності мети і результату, студенту слід здійснювати по-елементній контроль навчальної діяльності, визначаючи той компонент, де відбувся збій. Такий підхід забезпечує рефлексію на всіх етапах навчальної діяльності студента. Наявність в змісті всіх компонентів навчальної діяльності означає, що він володіє ознакою функціональної повноти.

Навчання розпочинається з введення ЗО в певну навчальну ситуацію. Виходячи з наявних умов та поставлених завдань перед студентами ставляться конкретні навчальні проблеми. На цьому етапі активізуються психологічна діяльність студента, яка визначається якістю відображення в його свідомості як пізнавальної потреби, так і всієї навчальної ситуації.

Усвідомлена потреба стає мотивом його діяльності, а навчальна ситуація – полем можливої діяльності. На цьому етапі навчання важливішою є пізнавальна потреба. Перед особистістю студента постають мотиви, умови та завдання діяльності, вимальовується проблемна ситуація. Індивідуальність мобілізує пізнавальні можливості (інтелект, почуття, пам'ять) для проведення орієнтованої діяльності. Здійснюється аналіз ситуації, виясняється зміст пізнавальної задачі, актуалізується минулий досвід, формується пізнавальна проблема: вихідний та кінцевий етапи діяльності

(сенсорно-перцептивної, центральної (мисленнєвої), моторної). Намічуються шляхи досягнення кінцевого результату, складається програма діяльності.

На етапі виконавчої частини діяльності ЗО виконує заплановану діяльність на практиці у формі вербальних, мислених, матеріалізованих (предметних, інструментальних) дій. Обробка діяльності відбувається за всіма етапами, аж до кінцевого, заданого цілями навчання нормативного результату. В ході проведення дії відбувається її поточний контроль та корегування. Контроль здійснюється також за кінцевими результатами виконання дії – зразками-взірцями, що відповідають певним індивідуальним здобуткам – знанням (когнітивна сфера) (рис. 1).

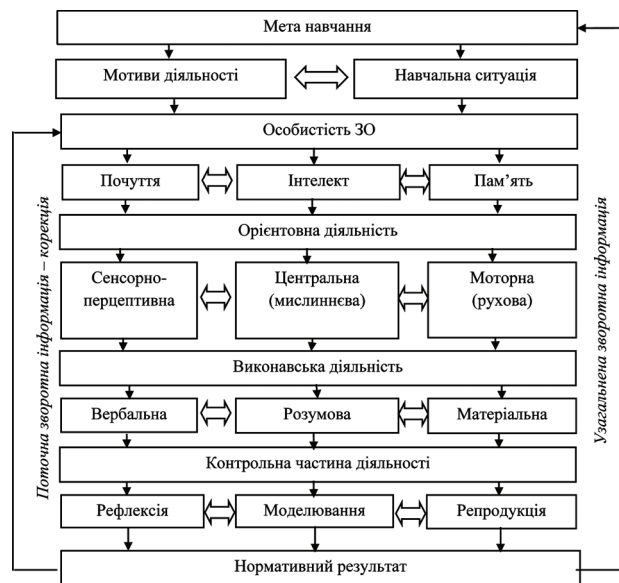


Рис. 1. Модель циклу навчальної діяльності здобувача освіти при формульовальному оцінюванні

Викладач в системі формульовального оцінювання виконує наступні основні функції: конструює програму діяльності ЗО та програму управління, що виражається у створенні певної цільової програми, яка спрямовує процес учіння та системи завдань орієнтованих на визначений взірець-еталон виконання, контролює його та вносить корективи в діяльність викладача та діяльність ЗО (рис. 2).

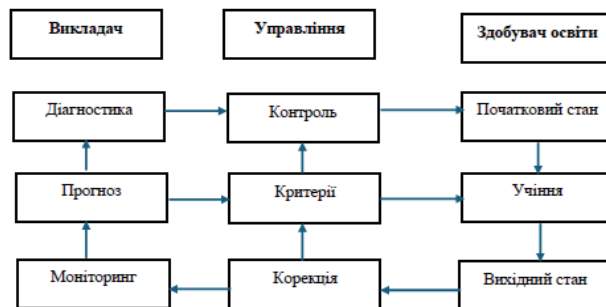


Рис. 2. Програма управління

Перед особистістю викладача, що розпочинає розробку процесу навчання, постають цілі, умови навчання та мотиви педагогічної та навчальної діяльності. Мобілізуючи інтелект, почуття, використовуючи свій минулий досвід та наявну інформацію про передовий досвід новаторів, викладач здійснює оцінку ситуації (діагностику стану системи), виділяє чинники, що впливають на результат діяльності (моніторинг)

та приймає рішення (прогноз) про програму наступної роботи, складає план діяльності, добираючи методи навчання і виділяючи найбільш важливі моменти та етапи діяльності у цільовій програмі.

Програма управління враховує характер перебігу освітнього процесу відповідно до мети: навчальної, розвивальної, виховної, дидактичної. Навчальна мета зосереджена на досягненні оперативних цілей і орієнтується на виконання завдань середнього і достатнього рівня (репродуктивного та адаптивного – К, З, Р, О). Розвивальна мета орієнтована на досягнення достатнього та вищого рівнів (адаптивного та продуктивного – О, У, П, Н). Дидактична мета орієнтована на вищі рівні досягнень (продуктивний, творчий – У, П, Н, В). Виховна мета орієнтує завдання на формування світоглядних характеристик процесу пізнання (К, О, П) (рис. 3).



Рис. 3. Модель циклу педагогічної діяльності викладача з функцією управління

Типовою формою подання результатів формуального оцінювання є тест. Він включає в себе як систему завдань відповідного змісту, так і еталони-взірці (критерії) виконання завдань. Зміст тесту може охоплювати всі НБ теми, розділу. При цьому результат фіксується на розв'язанні завдання відповідного рівня (взірця) що позначається відповідною літерою (Б, К, З, Р, О, У, П, Н). Існує низка збірників задач, які організовані саме таким чином, наприклад [7].

Наведемо приклад тестового завдання для формуального оцінювання з теми «Теплові явища» 8 клас. Тест упереджується цільовою програмою з описом позначень взірців-еталонів контролю якості знань 3О (табл. 3).

Цільова програма із взірцями-еталонами контролю

№ з/п	Зміст НБ	На занятті	Впродовж теми	В кінці теми
1	Тепловий рух	Р	О	О
2	Внутрішня енергія	К	О	П
3	Теплопровідність	Р	О	О
4	Конвекція	Р	О	О
5	Випромінювання	Р	О	О
6	Кількість теплоти.	К	О	О
7	Питома теплоємність	Р	О	О
8	Розрахунок кількості теплоти	К	О	У
9	Питома теплота згоряння палива	Р	У	У
10	Закон збереження і перетворення енергії	Р	О	О

1 (Р). Який рух називається тепловим?

- А) впорядкований рух частинок, з яких складаються тіла;
 Б) безладний рух частинок, з яких складаються тіла;
 В) прямолінійний рух тіла;
 Г) нерівномірний рух тіла.

2 (З). Чи змінюється внутрішня енергія води в морі з настанням ночі?

- А) збільшується; Б) зменшується; В) не змінюється.

3 (П). В алюмінієвий кухоль налили гарячої води. Як змінилася в наслідок цього внутрішня енергія кухля?

- А) збільшилась; Б) зменшилась; В) не змінилась.

4 (О). Чому глибокий пухкий сніг захищає озимину від вимерзання?

- А) тому, що він має велику теплопровідність;
 Б) тому, що він має малу теплопровідність;
 В) правильної відповіді немає.

5 (О). Сидячи біля багаття, ми зігріваємося, відчуваємо, як передається тепло від багаття до нашого тіла. З яким видом теплопередачі ми маємо справу?

- А) теплопровідність; Б) конвекція;
 В) випромінювання.

6 (Р). Втрачає чи поглинає тепло людина, якщо температура її тіла нижча за температуру оточуючого середовища?

- А) втрачає; Б) поглинає.

7 (О). Від чого залежить кількість теплоти, яка потрібна для нагрівання тіла?

- А) маси і температури;
 Б) маси, роду речовини, температури;
 В) роду речовини і температури;
 Г) тільки від температури.

8 (О). Яка з наведених нижче одиниць є одиницею питомої теплоємності?

- А) „°С; Б) с, м, °С.

9 (У). У залізний котел масою 10 кг наливо воду масою 2 кг. Яку кількість теплоти треба передати котлу з водою, щоб їх температура змінилася від 10 до 100 °С.

- А) 800 Дж; Б) 8000 кДж; В) 8кДж; Г) 80 кДж.

10 (У). Яка кількість теплоти потрібна для нагрівання від 20°C до 60°C суміші, що складається з 500 г води і 100 г спирту? Питома теплоємність спирту – 2,47 кДж/(кг °С).

А) 94 кДж; Б) 940 кДж; В) 940 Дж; Г) 9,4 кДж.

11 (О). Що необхідно виміряти для визначення теплоти згоряння палива?

А) кількість теплоти, яка виділилася при повному згорянні палива, його масу і об'єм;

Б) масу і об'єм;

В) кількість теплоти, яка виділилася при повному згорянні палива і його масу;

Г) температуру, за якої згоряло паливо.

12 (О). Внаслідок повного згоряння сухих дров виділилося 50000 кДж енергії. Скільки дров згоріло? Питома теплота згоряння дров 10 МДж/кг.

А) $m = 50$ кг; Б) $m = 0,5$ кг;

В) $m = 5$ кг; Г) $m = 500$ кг.

13 (О). Яку масу води можна нагріти від 15 до 45 °С, затративши для цього 1260 кДж енергії?

А) 1 кг; Б) 4 кг; В) 10 кг; Г) 2,4 кг.

14 (У). Перша атомна електростанція, яку було побудовано в Радянському Союзі в 1954 р., витрачала за добу ядерне паливо масою 30 г. Яка кількість теплоти одержується за добу на електростанції? Питома теплота згоряння ядерного палива $8 \cdot 10^{10}$ Дж/кг.

А) $1,0 \cdot 10^8$ кДж/кг; Б) $2,4 \cdot 10^8$ кДж/кг;

В) $4,2 \cdot 10^8$ кДж/кг; Г) $9,2 \cdot 10^8$ кДж/кг.

15 (У). На яку висоту зміг би піднятися учень масою 40 кг за рахунок енергії бутерброда із 100 г хліба та 20 г масла, якби організм перетворив всю його енергію у м'язову? Питома теплота згоряння пшеничного хліба 9260 кДж/кг, а вершкового масла – 32690 кДж/кг.

А) 580 м; Б) 680 м; В) 4000 м; Г) 24000 м.

Вкажіть варіант правильної відповіді:

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
А)															
Б)															
В)															
Г)															
Прізвище						Клас					Дата				

Викладач вказує, які завдання тесту треба виконати. Кількість завдань добирає згідно виду контролю: початковий, проміжний (діагностичний), підсумковий. Процедура перевірки (самоперевірки) здійснюється за кодовою таблицею.

Кодова таблиця

Завдання	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Відповіді	Б	А	А	Б	В	Б	Б	А	Б	А	В	В	Б	Б	В

При формуальному оцінюванні визначається еталон-взірець контролю, що відповідає НБ на які були одержані правильні відповіді на пропонувані завдання. При проміжному (діагностичному) контролі можуть пропонуватися вибрані завдання окремих НБ,

про які треба отримати інформацію про стан їх засвоєння ЗО. При підсумковому контролі кількість завдань може бути обмежена 12. Тоді можна побудувати 4 різних варіанти завдань.

Вважаємо, що пропонувана модель управління формувальним оцінюванням на основі системи взірців-еталонів сприятиме ефективному навчальному пізнанню здобувачів освіти в закладах освіти.

Список використаних джерел:

1. Атаманчук П.С., Атаманчук В.П. Особливості формування фахових компетенцій та світогляду майбутніх учителів. URL: https://www.rusnauka.com/9_DN_2010/Pedagogica/60502.doc.htm
2. Атаманчук П.С. Управління процесом навчально-пізнавальної діяльності: монографія. Кам'янець-Подільський: К-ПДП, 1997. 136 с.
3. Атаманчук П.С. Інноваційні технології управління навчанням фізики: монографія. Кам'янець-Подільський: К-ПДПУ, 1999. 174 с.
4. Опачко М.І. Дидактичний менеджмент у методичній підготовці вчителя фізики: роль і місце. Ужгород: Вид-во УжНУ «Говерла», 2008. 15, 2008.
5. Опачко М. Дидактичний менеджмент: філософський аспект сутності поняття. *Науковий вісник Ужгородського університету. Серія: Педагогіка. Соціальна робота*. 2016. Вип. 2. С. 168-171. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nvuuped_2016_2_45
6. Що таке формувальне оцінювання, чому воно потрібне учням і які основні виклики. URL: <https://nus.org.ua/2021/06/10/shho-take-formuvalne-otsinyuvannya-chomu-vono-potribne-uchnyam-i-yaki-osnovni-vyklyky/>
7. Атаманчук П.С., Кух А.М. Тематичні завдання еталонних рівнів з фізики (7-11 класи): навчально-методичний посібник. Кам'янець-Подільський: Абетка-НОВА, 2004. 132 с.

Arkadiy KUKH, Oksana KUKH

Kamianets-Podilskyi Ivan Ohienko National University

MANAGEMENT OF MOLDING EVALUATION

Annotation. A model of formative assessment based on the identification of reference standards for monitoring the results of educational and cognitive activities is proposed. The article discusses the topical issue of introducing formative assessment ("assessment for learning") in the context of modern education reform. The authors emphasize that, unlike summative assessment, formative assessment is a continuous interactive process, the purpose of which is not to assign a grade, but to monitor the progress of the learner, provide timely feedback, and adjust learning strategies.

The main goal of the study is to develop and substantiate a scientific model for managing the formative assessment process (in particular, using the example of physics education). The theoretical basis of the model is a cybernetic approach, where the learning process is viewed as a feedback control system. In this system, the teacher acts as the controlling subsystem, and the learner as the controlled subsystem, with the ultimate goal being the transition from external control to self-management and self-regulation by the student. The central element of the proposed methodology is a system of clear criteria for success – "benchmarks" for knowledge acquisition. The following benchmarks are identified: everyday awareness (B), copying (C), understanding (U), memorization (M), learning (L), ability (A), skill (S), knowledge (K), and the highest level – willingness to act (W). These

levels correlate with the parameters of reflexivity, rationality, and reminiscence.

The practical implementation of the model is carried out through “target programs” that determine the content of training and the expected results for each training block. To check achievements, it is proposed to use specially designed tests, where each task corresponds to a specific standard (for example, reproductive, productive, or creative level). The text provides an example of such a program and test tasks in physics (topic “Thermal phenomena”, 8th grade).

The authors conclude that the use of such a detailed model allows minimizing the subjectivity of assessment, ensuring transparency of criteria for both sides of the educational process, and increasing the effectiveness of learning by clearly diagnosing gaps in knowledge. The proposed approach contributes to the development of metacognitive skills of students and the creation of an atmosphere of trust in the educational environment.

Key words: formative assessment, benchmarks, prognosis, goal setting, monitoring, diagnosis, prognosis.

References:

1. Atamanchuk P.S., Atamanchuk V.P. Osoblyvosti formuvannia fakhovykh kompetentsii ta svitohliadu maibutnikh uchyteliv. URL: https://www.rusnauka.com/9_DN_2010/Pedagogisa/60502.dos.htm
2. Atamanchuk P.S. Upravlinnia protsesom navchalno-piznavalnoi diialnosti: monohrafiia. Kamianets-Podilskyi: K-PDPI, 1997. 136 s.
3. Atamanchuk P.S. Innovatsiini tekhnolohii upravlinnia navchanniam fizyky: monohrafiia. Kamianets-Podilskyi: K-PDPU, 1999. 174 s.
4. Opachko M.I. Dydaktychnyi menedzhment u metodychnii pidhotovtsi vchytelia fizyky: rol i mistse. Uzhhorod: Vyd-vo UzhNU «Hoverla», 2008. 15, 2008.
5. Opachko M. Dydaktychnyi menedzhment: filosofskyi aspekt sutnosti poniattia. *Naukovyi visnyk Uzhhorodskoho universytetu. Seriia: Pedagogika. Sotsialna robota*. 2016. Vyp. 2. S. 168-171. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nvuuped_2016_2_45
6. Shcho take formuvalne otsiniuvannia, chomu vono potrebnе uchniam i yaki osnovni vyklyky. URL: <https://nus.org.ua/2021/06/10/shho-take-formuvalne-otsinyuvannya-shomu-vono-potribne-ushnyam-i-yaki-osnovni-vyklyky/>
7. Atamanchuk P.S., Kukh A.M. Tematychni zavdannia etalonnykh rivniv z fizyky (7-11 klasy): navchalno-metodychnyi posibnyk. Kamianets-Podilskyi: Abetka-NOVA, 2004. 132 s.

Отримано: 17.10.2025

ФОРМУВАННЯ ПРОФЕСІЙНИХ ЯКОСТЕЙ МАЙБУТНІХ ВЧИТЕЛІВ ФІЗИКО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ДИСЦИПЛІН В УМОВАХ STEM-СЕРЕДОВИЩА

УДК 37.378.027.7

DOI: 10.32626/2307-4507.2025-31.103-107

Tetyana ROMANENKO¹, Serhiy DANYLYUK², Anna TKACHENKO³*Bohdan Khmelnytskyi National University of Cherkasy**e-mail: ¹tan.romanenko25@gmail.com, ²sergey.danylyuk75@gmail.com, ³av_tkachenko@ukr.net**ORCID: ¹0000-0002-9790-2718, ²0000-0002-0656-2413, ³0000-0002-5326-1840*

CROSS-CUTTING PRACTICES AS A MEANS OF FORMING METHODOLOGICAL COMPETENCE OF FUTURE TEACHERS OF COMPUTER SCIENCE AND PHYSICS

Abstract. The article considers the role of cross-disciplinary practices as an effective means of forming methodological competence of future teachers of computer science and physics. The essence of the concept of “cross-disciplinary practices” is determined as a continuous integration process that combines theoretical training with students’ practical activities throughout the entire period of professional training. The structure of methodological competence, which includes motivational-value, cognitive, operational-activity and reflective-analytical components, their interrelation and sequence of formation in the process of practice are analyzed. The pedagogical conditions for the effective development of methodological competence are outlined, in particular, the integration of theory and practice, partnership interaction of the university with practice bases, the creation of an innovative educational environment and the active use of digital technologies. The importance of cross-disciplinary practices for training a competitive, creative teacher capable of effectively operating in an inclusive and digital educational space is emphasized.

Key words: cross-curricular practices, methodological competence, future teachers of Computer Science and Physics.

In the process of constant development of higher education, intensification of the process of digitalization, integration of knowledge, increasing requirements for future teachers’ professional training, there is a need to update approaches to applicants’ practical training. One of its key tasks is the formation of future teachers’ methodological competence, which will ensure their readiness for creative, scientifically based and effective professional activity.

The training of future teachers of Computer Science and Physics requires special attention. It is these specialists who influence the formation of students’ scientific outlook, technical culture and skills to use digital tools in the educational process. However, traditional approaches to pedagogical practice often do not provide sufficient integration of theory and practice. An effective way to solve this problem is to introduce cross-disciplinary practices as a systemic mechanism for the formation of methodological competence.

The purpose of the article is to substantiate the theoretical foundations and practical approaches to implementing cross-disciplinary practices into the system of professional training of future teachers of Computer Science and Physics as an effective means of forming their methodological competence.

In the Law of Ukraine “On Higher Education”, pedagogical practice is defined as a logical continuation of the practical application of acquired theoretical knowledge [4]. And cross-curricular practices are a continuous component of the educational process, where higher education

students’ theoretical training and practical activities are integrated throughout their studies.

M.P. Vovk attributes the following to the main challenges and prospects of implementing cross-cutting practices [5]:

- the need to preserve and creatively use the best experience in organizing various types of pedagogical practices with the introduction of innovative ideas;
- the need to reorganize the content and improve the organizational forms of the practical component of the professional training system for future teachers;
- strengthening the relationship between theoretical, research and practical training of students;
- active implementation of interdisciplinary interaction, combining theoretical knowledge with the latest forms, methods and technologies of teaching in practical activities;
- search for effective models of internships in conditions of martial law and changes in the educational environment;
- expanding the use of dual education as a means of integrating the educational process with real pedagogical practice.

The modern system of future teachers’ practical training is in the process of constant renewal, which is due to the reform of education, the digitalization of the educational environment and the need for highly qualified spe-

cialists capable of creative and research activities. In this context, the leading trends in the development of future teachers' practical training are identified, which determine the content and directions of modernization of the educational process [5]:

- preservation and development of the best traditions of organizing various types of pedagogical practices developed in higher education institutions;
- innovative approaches to using interactive forms, methods and technologies of learning in order to form students' professional competencies during their internship;
- establishing partnerships between educational institutions, cultural and educational institutions, laboratories, libraries, museums and other educational centers;
- pragmatic orientation of the organization of internships, focused on collecting and systematizing empirical data for performing qualification work and gaining practical experience for future professional activities;
- active use of remote forms of organizing practice, which has become particularly important in the context of the pandemic and martial law in Ukraine, can be ensured by using platforms such as Google Classroom, Moodle, Microsoft Teams, Zoom, etc.;
- the need to strengthen financial support for teaching practices, ensuring their modern logistical support.

Thus, these trends reflect the desire of the educational community to combine traditions and innovation, which contributes to the creation of a holistic, dynamic system of teachers' practical training, focused on the formation of their professional and methodological competence.

Modern scientists A.A. Sbrueva, O.B. Kryvonos, N.V. Kovalenko, N.G. Osmuk, D.V. Budyansky, M.M. Bykova, I.I. Protsenko, M.A. Boychenko, Zh.Yu. Chernyakova, M.A. Boychenko, I.A. Chistyakova point to a teacher's new modern role, which is formed under the influence of a complex of interrelated factors caused by a deep transformation in the educational and social spheres. Such implementation does not occur spontaneously, but requires systemic changes in pedagogical personnel's training and ensuring their continuous professional growth. These changes cover the following key areas of reform [9]:

- orientation of the educational process towards achieving new learning outcomes;
- modernization and restructuring of the content and forms of organization of educational activities;
- development of extracurricular and after-school work in the context of cooperation with various social institutions;
- integration of information and communication technologies into all aspects of pedagogical practice;
- increasing the level of a teacher's professionalism and forming personal responsibility for one's own professional improvement.

According to P.S. Atamanchuk, conducting various types of internships allows applicants to familiarize themselves with the real system of educational work in secondary education institutions, to gain experience in planning, conducting lessons by teachers, conducting a class teacher's extracurricular work, organizational and educational work. In particular, during internships, students have the opportunity to perform a large amount of independent work, to show pedagogical creativity at all stages of peda-

gogical work, to acquire skills in communicating with students, teachers and parents [2].

During the course of end-to-end practices, a special place is occupied by the formation of methodological competence of future teachers of Computer Science and Physics [7].

End-to-end practices are an integral and continuous component of the educational process, ensuring the integration of higher education students' theoretical training and practical activities throughout the entire period of their professional development.

In pedagogical training, end-to-end practices are considered as a continuous, integrated process of practical learning, which covers all stages of obtaining higher education. Its main task is to create conditions for the gradual formation of professional experience in students, which is based on a deep understanding of pedagogical patterns, teaching methods and psychological aspects of a teacher activity [1].

End-to-end practices are systemic, long-term and holistic in nature, unlike traditional short-term practices. This ensures the unity of theoretical training and practical application of knowledge with the integration of various types of activities (educational, methodological, research, educational), orients the higher education student towards continuous professional self-improvement [6].

End-to-end practices occupy a special place in the structure of future specialists' professional training, as they ensure the continuity and integrity of the process of gaining practical experience, contribute to the integration of theoretical knowledge and real pedagogical activity. Through the completion of end-to-end practices, favorable conditions are created for a gradual transition from observing the educational process to independent performance of professional functions, the formation of the ability to reflexively evaluate one's own activities and improve pedagogical activity [10].

Modern cross-curricular practices involve the active use of digital and interactive technologies that meet the specifics of the professional activities of a teacher of Computer Science and Physics. Effective tools include: virtual laboratories (PhET, Algodoo, Multisim, Tinkercad), learning management systems (Moodle, Google Classroom, Microsoft Teams), elements of STEM/STEAM education, a student's digital portfolio, pedagogical mentoring and coaching, and more.

In the context of training future teachers of Computer Science and Physics, cross-curricular practices provide a systematic combination of theoretical and methodological knowledge with the practical application of modern digital technologies, experimental methods and pedagogical innovations. This approach has a positive impact on the formation of a future teacher's methodological competence – the ability to design, organize and analyze the educational process using information and communication tools, model educational situations, select optimal methods and techniques of teaching in accordance with students' educational needs.

The organization of cross-disciplinary practices at the Educational-and-Scientific Institute of Information and Educational Technologies of Bohdan Khmelnytskyi National University of Cherkasy in the process of training future teachers of Computer Science and Physics is cross-disciplinary in nature and provides for the following types of practices: educational practice (3-5 semesters), production pedagogical practice (6, 7 semesters), research

practice (8 semester) [10]. This approach allows ensuring continuity and increasing complexity of tasks, forming in applicants not only professional skills, but also pedagogical thinking, reflection, and creativity.

The results of the end-to-end practices have shown that such methodological training of future teachers of Computer Science and Physics contributes to the formation and development of pedagogical erudition, professional thinking and intuition; ensures the effective formation of the skills of a creative approach and pedagogical improvisation; stimulates the acquisition of professional optimism and the ability to reflectively analyze one's own activities [10].

Passing through-the-course practices is not only a stage of professional development, but also an effective mechanism for forming methodological competence, which allows future teachers of Computer Science and Physics to consciously combine knowledge, skills, and pedagogical creativity into a single professional system.

Cross-curricular practices act as an integration environment within which all components of methodological competence interact in a single educational process, ensuring the holistic professional development of future teachers of Computer Science and Physics.

Scientists interpret a teacher's methodological competence as the ability to master a system of knowledge, skills and abilities that develops taking into account a teacher's individual personal characteristics, forming a teacher's readiness to effectively organize educational activities and demonstrate their creative potential in pedagogical activity [11].

N.V. Shataylo believes that methodological competence is "a complex integrated formation of a personality, which includes a complex of abilities and readiness for methodological activity, general pedagogical and special knowledge, skills and abilities, pedagogical values, a teacher's methodological experience and personal qualities, which in their interconnection and interaction ensure the effective implementation of the educational process. The content of methodological competence is expediently revealed through structural components: cognitive, value-and-motivational, activity-and-technological, which determine the existence of methodological knowledge, skills, personal traits, pedagogical values and experience in a teacher that are subject to transformation in the process of professional development" [13].

The structure of methodological competence of future teachers of Computer Science and Physics in the context of cross-curricular practices is presented in Figure 1.

Its structure includes a set of interrelated components that ensure readiness for the effective implementation of the educational process:

– *motivational-and-value component*, which manifests itself in a sustained interest in pedagogical activity, awareness of its social significance, and the desire for self-development;

– *cognitive component* reflects the level of mastery of theoretical and methodological knowledge in professional disciplines, understanding of didactic principles, regularities of teaching Physics and Computer Science, and mastery of modern pedagogical technologies;

– *operational component* assumes the formation of skills and abilities in organizing the educational process (designing lessons, selecting teaching methods and tools, using digital technologies and experimental equipment, conducting educational research).

– *reflective-and-analytical component* provides the ability to self-assess pedagogical activities, analyze the results of one's own work, and create an individual teaching style.

Through the completion of end-to-end practices, all components of methodological competence are consistently formed: from initial familiarization with the educational environment to full immersion in professional activity. This contributes to a future teacher's holistic development, his/her readiness for the creative application of acquired knowledge and skills in real school conditions.

For the effective formation of methodological competence of future teachers of Computer Science and Physics is largely determined by the creation of appropriate pedagogical conditions. This ensures the integrity, continuity and effectiveness of end-to-end practices. An important stage in the formation of methodological competence is the integration of theoretical and practical training, which assumes the consistency of the content of professional, psychological, pedagogical and methodological disciplines with the tasks of students' practical activities. Such integration provides an opportunity to ensure a gradual transition from the acquisition of knowledge to its practical application in a real educational environment.

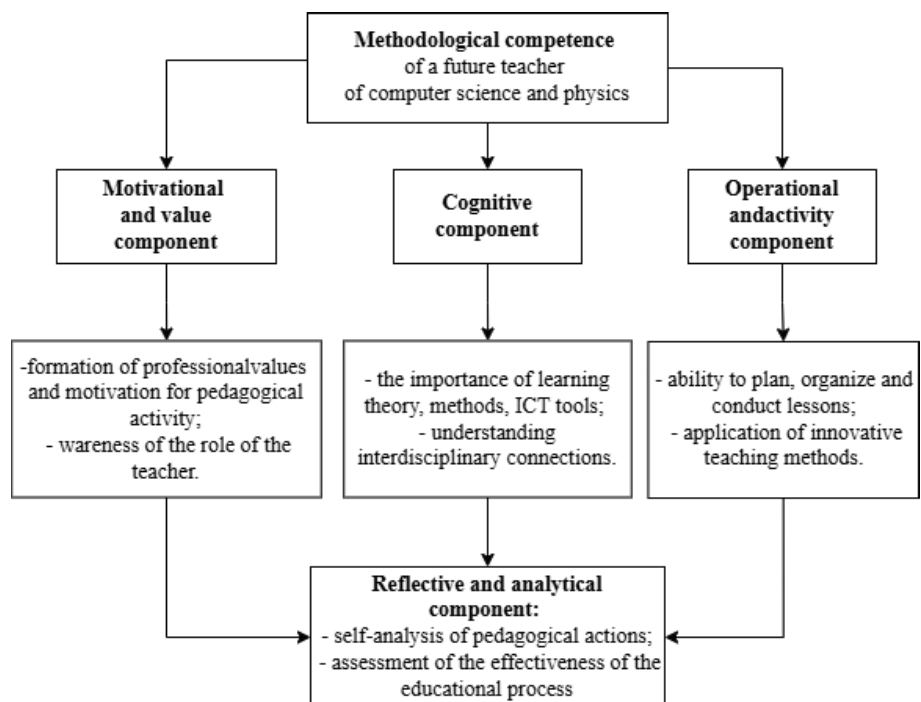


Fig. 1. Structure of methodological competence of future teachers of Computer Science and Physics in the context of cross-curricular practices

The next condition for the formation of methodological competence of future teachers of Computer Science and Physics is the creation of an educational and methodological environment focused on a student's professional growth: the development of end-to-end programs of practices, cases and situational tasks, the use of digital technologies, cloud services and virtual laboratories for modeling pedagogical situations. Such an environment has a positive impact on the formation of a future teacher's readiness to work in a digital school and contributes to the development of creativity, pedagogical reflection, analytical thinking.

In particular, an important pedagogical condition is the partnership between the university and the internship bases, which is implemented through joint planning, mentoring, consulting and support of students. During such cooperation, the realism of the educational experience is ensured, which contributes to the formation of professional communication skills, responsibility, and pedagogical ethics.

In addition, it is essential to organize students' reflective and analytical activities aimed at understanding their own achievements and difficulties, outlining individual strategies for professional improvement. It can be implemented through maintaining an electronic portfolio, practice diaries, and participating in collective discussions of the results of pedagogical experience.

The creation of these pedagogical conditions in the process of completing end-to-end practices ensures not only the effective formation of methodological competence of future teachers of Computer Science and Physics, but also the formation of their readiness for innovative, research and creative pedagogical activity.

Methodological competence is defined as a person's integrative quality, encompassing a system of knowledge, skills, values, and experience necessary for effective planning, organization, implementation, and analysis of the educational process. For future teachers of Computer Science and Physics, it implies mastery of teaching methods for the natural and mathematical cycle; the ability to select and apply innovative teaching aids, including digital technologies; the ability to conduct pedagogical reflection and self-assessment of the results of one's own activities; and the readiness to implement interdisciplinary approaches in teaching.

End-to-end practices provide conditions for the formation of all these components, as they involve a student's real inclusion in professional activities, from observing lessons to independently conducting training sessions using modern educational technologies.

Particular attention should be paid to future teachers' methodological competence in inclusive education, which is a key component of professional readiness for effective pedagogical activity. In the process of completing cross-curricular practices, this competence is formed on the basis of the integration of theoretical knowledge, practical experience, pedagogical reflection and awareness of the values of inclusive education [3].

The completion of cross-curricular practices creates a favorable environment for developing future teachers' ability to adapt teaching methods to students' different educational needs, develop individual educational trajectories, use differentiated approaches to learning, and also establish interaction between all participants in the educational process – students, parents, teacher assistants, and specialists in psychological and pedagogical support [3].

The formation of methodological competence during the completion of cross-disciplinary practices by future teachers of Computer Science and Physics in an inclusive educational space covers the following aspects (Fig. 2): cognitive, practical, communicative and reflective components.

Cross-curricular practices become an important platform for developing methodological competence in future teachers of Computer Science and Physics that meets the requirements of inclusive education. It contributes to the formation of a humanist teacher who possesses not only professional knowledge, but also a high level of pedagogical culture, flexibility of thinking, and readiness to work in a diverse educational environment.

The results of the study show that cross-cutting practices as a means of forming methodological competence of future teachers of Computer Science and Physics is not only a stage of professional development, but also an effective mechanism for the development of methodological competence, which integrates knowledge, skills and pedagogical creativity into a single professional system. This method of implementing practice has a positive impact on the high-quality training of a competitive, flexible, innovation-oriented specialist capable of working in digital and inclusive education.

Further research should be directed towards the development of digital pedagogical models for implementing cross-cutting practices and criteria for assessing the level of methodological competence of future teachers of Computer Science and Physics.

References:

1. Current problems of education quality management: theory, history, innovative technologies: monograph / edited by A.A. Sbrueva. Sumy: Publishing house of Sumy State University of Education named after A.S. Makarenko, 2017. 340 p.

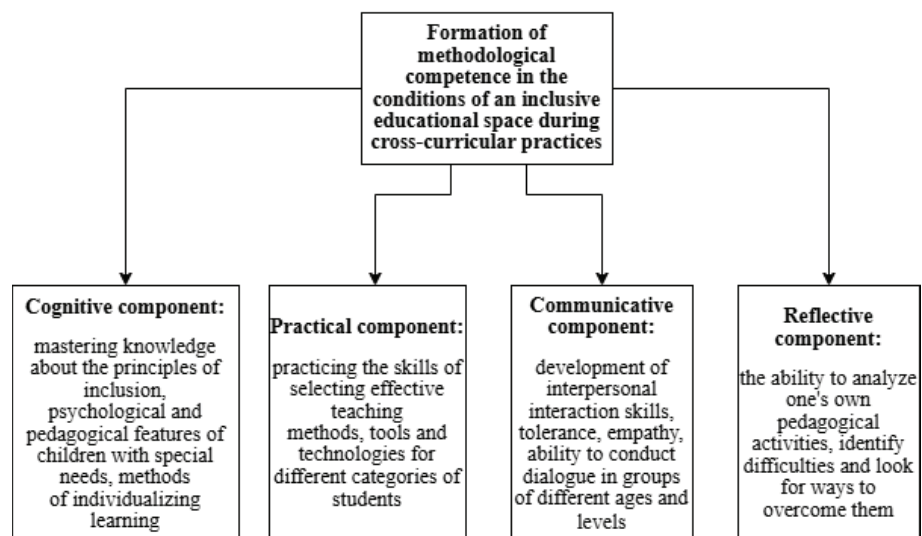


Fig. 2. Formation of methodological competence during cross-disciplinary practices by future teachers of Computer Science and Physics in an inclusive educational space

2. Atamanchuk P.S., Poveda T.P. Pedagogical practice – an indicator of the readiness of a future physics teacher for professional activity. *Scientific journal "Physical and mathematical education"*. Sumy, 2017. Issue 2 (12). P. 17-20.
3. Bakhmat N. Methodological competence of a teacher in inclusive education. *New Inception*. 2022. 1-2 (7-8). P. 52–61. URL: <https://doi.org/10.5281/zenodo.7101894>
4. Verkhovna Rada of Ukraine. Law of Ukraine "On Higher Education". URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1556-18>
5. Vovk M.P. Experience of organizing various types of practice in teacher training: Ukrainian and foreign context / Continuing pedagogical education of the 21st century. *Collection of materials of the 19th International Pedagogical and Artistic Readings in Memory of Prof. O.P. Rudnytska* / [scientific ed.: G.I. Sotska, M.P. Vovk]. Kyiv: Talkom, 2022. Issue 5 (17). P. 36-38.
6. Methodological recommendations for the organization, conduct and completion of pedagogical practice for applicants for higher education of the second (master's) level in the educational and professional program "Informatics and information technologies in education" specialty 014.09 – Secondary education (Informatics): method. recommendations / compiled by V.A. Litovchenko. Chernivtsi: Chernivtsi national University named after Yu. Fedkovycha, 2024. 54 p. URL: <https://surl.lt/avdwvr>
7. Cross-cutting pedagogical practice: teaching-methodical manual. 3rd edition, supplemented and revised / Sumy State Pedagogical University named after A.S. Makarenko; scientific editor A.A. Sbrueva. Sumy: Publishing house of Sumy State Pedagogical University named after A.S. Makarenko, 2019. 335 p.
8. Romanenko T.V., Tkachenko A.V. Modern approaches to the content of professional practices of future teachers of physics and computer science. *Scientific research work in the system of training specialists-teachers in natural, technological and computer fields: materials of the X All-Ukrainian Scientific and Practical Internet Conference* (September 26, 2025). Zaporizhzhia: BDPU, 2025. P. 145-148.
9. Tsymbalyuk Ya.S. Structure of teacher's methodological competence. URL: https://scienceandeducation.pdpu.edu.ua/doc/2011/4_2011/58.pdf
10. Shataylo N.V. Methodological competence of a teacher: theoretical aspect. *Innovative pedagogy. Theory and methodology of professional education*. 2024. Issue 68. Volume 2. P. 182-185. URL: http://www.innovpedagogy.od.ua/archives/2024/68/part_2/39.pdf

**Тетяна РОМАНЕНКО, Сергій ДАНИЛЮК,
Анна ТКАЧЕНКО**

*Черкаський національний університет
імені Богдана Хмельницького*

НАСКРІЗНІ ПРАКТИКИ ЯК ЗАСІБ ФОРМУВАННЯ МЕТОДИЧНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ МАЙБУТНІХ ВЧИТЕЛІВ ІНФОРМАТИКИ ТА ФІЗИКИ

Анотація. У статті розглянуто роль наскрізних практик як ефективного засобу формування методичної компетентності майбутніх учителів інформатики та фізики. Визначено сутність поняття «наскрізні практики» як безперервного інтеграційного процесу, що поєднує теоретичне навчання з практичною діяльністю студентів протягом усього періоду професійної підготовки. Проаналізовано структуру методичної компетентності, яка включає мотиваційно-ціннісний, когнітивний, операційно-діяльнісний та рефлексивно-аналітичний компоненти, їх взаємозв'язок і послідовність формування у процесі практики. Окреслено педагогічні умови ефективного розвитку методичної компетентності, зокрема інтеграцію теорії та практики, партнерську взаємодію університету з базами практики, створення інноваційного освітнього середовища й активне використання цифрових технологій. Наголошено на значенні наскрізних практик для підготовки конкурентоспроможного, творчого педагога, здатного ефективно діяти в умовах інклюзивного та цифрового освітнього простору.

Ключові слова: наскрізні практики, методична компетентність, майбутні вчителі інформатики та фізики.

Отримано: 18.10.2025

УДК 378.371.016:53

DOI: 10.32626/2307-4507.2025-31.107-112

Людмила БЛАГОДАРЕНКО¹, Сергій ВАСИЛЕНКО²

Український державний університет імені Михайла Драгоманова

e-mail: kzf@ukr.net, seleovas@gmail.com; ORCID: ¹0000-0002-5501-5416, ²0009-0001-7451-3015

ФОРМУВАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ОПЕРАЦІЙНО-МЕТОДИЧНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ ФІЗИКИ У ХОДІ ЇХ ФАХОВОЇ ПІДГОТОВКИ

Анотація. У статті розглянуто проблему формування елементів операційно-методичної компетентності майбутніх учителів фізики у ході їх фахової підготовки в контексті впровадження в освітній процес з фізики сучасної наукової інформації. Констатовано, що, незважаючи на важливість педагогічної проблеми впровадження елементів сучасних наукових знань в навчання фізики у закладах середньої освіти, увага до неї є незначною. Виокремлено результати навчання фізики, яких можна досягти шляхом ознайомлення учнів із сучасною науково-технічною інформацією. Розглянуто методичні підходи до впровадження наукової інформації в навчання фізики, з якими необхідно знайомити майбутніх учителів у ході їх фахової підготовки. Обґрунтовано, що у разі системного і комплексного підходу до ознайомлення учнів з досягненнями фізики, в них буде підвищуватись інтерес до її вивчення, до розуміння фізичних законів і теорій, адже на них засновані сучасні технології. Доведено, що за цих умов учень сприйматиме теоретичний, експериментальний та технологічний компоненти наукової картини світу у нерозривній єдності. Наголошено, що для реалізації цього важливого завдання учитель фізики повинен мати відповідний рівень операційно-методичної компетентності, який може бути ефективно сформований у ході його фахової підготовки при вивченні дисциплін професійного циклу.

Ключові слова: освітній процес з фізики, сучасна наукова інформація, операційно-методична компетентність майбутніх учителів фізики.

Сьогодні фізика знаходиться у стані постійного розвитку і майже кожного дня з'являється інформація про нові винаходи або відкриття у тій чи іншій галузі. Виникло багато наук, які є суміжними з фізикою, і не тільки знаходяться з нею у нерозривному зв'язку, але й розвиваються як єдине ціле. Не обов'язково перебувати на передньому краї науки, але про основні досягнення фізики знати треба, адже саме вони становлять основу нової, сучасної картини світу, яка докорінно відрізняється навіть від тієї, яка була ще дватри роки тому. Отже, нині для кожної сучасної людини дуже важливо бути в курсі досягнень фізики, техніки і технологій, оскільки наука вийшла на такий етап розвитку, коли реальними стають ті передбачення, які ще вчора вважалися фантастичними. Проте нині у нашому суспільстві склалася така хибна ситуація, коли всі хочуть споживати досягнення науки, користуватися продуктами технологій, але мало хто хоче отримувати відповідну освіту і безпосередньо цим займатися. Престиж природничих наук, особливо фізики, знаходиться на такому низькому рівні, на якому він ніколи не перебував. Фізика відлякує молодь навіть не тому, що вона нецікава, а тому, що її досить складно вивчати, для цього треба постійно працювати, спочатку для отримання відповідної професії, а потім і в самій професії. І віддача від такої праці не буде швидкою, наука – це роки наполегливої праці, а сучасна людина прагне досягти всього і одразу. Тому нині важливим завданням навчання фізики стає створення умов для залучення молоді у професії фізико-технічної спрямованості, усвідомлення ними важливості розвитку науки і технологій, що вимагає осучаснення курсу фізики у закладах середньої освіти.

Метою статті є розгляд проблеми формування елементів операційно-методичної компетентності майбутніх учителів фізики у ході їх фахової підготовки в контексті впровадження в освітній процес з фізики сучасної наукової інформації.

Незважаючи на важливість педагогічної проблеми впровадження елементів сучасних наукових знань в навчання фізики у закладах середньої освіти, увага до неї є незначною. Фактично в останні роки про це взагалі майже не пишуть, концентруючись на вивченні конкретних питань курсу фізики. У минулі часи розв'язання цієї проблеми відбувалося в рамках політехнізації навчання, а цим питанням приділялася велика увага. А сьогодні, на жаль, важливість проблеми наукового осучаснення шкільного курсу фізики є недостатньо оціненою. Тому її успішне розв'язання залежить лише від вчителя фізики, який повинен бути до цього відповідним чином підготовлений у ході навчання. Останнім часом проблема формування у майбутніх учителів фізики умінь щодо впровадження в освітній процес з фізики сучасної наукової інформації та пошук шляхів її розв'язання розглядається у роботах В.Ф. Заболотного, Н.А. Мисліцької [1], [2], [5], Б.А. Суса [3], [4], М.І. Шута, Л.Ю. Благодаренко [6], С.Л. Василенка, Т.Г. Січкаря [7] та інших.

Цілком очевидно, що великі можливості мотивації учнів до вивчення фізики, забезпечення позитивного впливу на їх свідомість у напрямку розуміння необхідності ретельного вивчення природничих наук, досягнення результативності навчання в цілому з орієн-

тацією на виховання в учнів якостей особистості, які є найбільш затребуваними у наш час, можуть бути ефективно виконані шляхом реалізації зв'язку змісту фізики як навчального предмета із сучасними розробками і досягненнями у галузі фізики, техніки та технологій. Тому використання навчального матеріалу такого змісту є необхідним і на сьогодні може стати важливим чинником для підняття престижу фізики і залучення учнів в подальшому до вибору професій фізико-технічної спрямованості. Ознайомлюючи учнів із сучасною науково-технічною інформацією, можна досягти значних результатів, з яких основними є такі:

- учні усвідомлюють значення фізики у захисті держави, створенні матеріально-технічної бази суспільства, розвитку економіки держави, ефективному використанні промислових і господарчих ресурсів;
- починають розуміти, які основні задачі слід виконати для того, щоб технічний прогрес відбувався ще швидше, а життя кожної людини окремо та суспільства в цілому ставало більш комфортним завдяки досягненням науки і технологій;
- оцінюють значення фізики у своєму житті, перевіряють свої здібності у цій науці, а потім на основі цього прогнозують можливості своєї подальшої участі у розвитку фізики та суміжних з нею природничих наук;
- на прикладі відомих особистостей науковців, особливо своїх сучасників (оскільки наші часи все ж такі є більш близькими для молоді) учні створюють у своїй свідомості певну мрію, наприклад, теж стати відомим науковцем, якого будуть знати у всьому світі.

А це вже потужний чинник впливу на формування мотиваційних процесів та на прискорення їх перебігу. При цьому можна добитися від учня не просто бажання отримати ґрунтовні знання, але, як кажуть, спраги до відкриття нового, задоволення від своїх успіхів у разі навіть невеликого відкриття, гордості за те, що він готує себе до ролі науковця. Як свідчить досвід вчителів фізики з великим стажем роботи, раніше проблем із залученням учнів до ретельного вивчення фізики та орієнтацією їх на подальшу роботу у галузі природничих наук просто не існувало. У кожному випускному класі половина, а то і більше учнів, поступали у заклади вищої освіти фізико-технічної спрямованості, мали бажання стати науковцями у галузі фізики, геофізики, біофізики, медичної фізики або отримати інженерні спеціальності. Такі уподобання серед молоді підтримувалися і державою, яка здійснювала велику роботу по пропаганді вивчення природничих наук та отримання професій у відповідних галузях. Видавалася велика кількість книг та журналів, у яких молодь мала можливість доступною мовою ознайомитися із сучасним станом науки та її перспективами, в ефірі на центральних телеканалах регулярно пропонувалися передачі навчального змісту. Крім того, існувала велика кількість науково-популярних передач, у яких ведучими були науковці і у які запрошувались відомі вчені і доступною мовою з орієнтацією на різні верстви населення розповідали про свої досягнення і винаходи. Досвід минулого, безумовно, заслуговує на увагу. Але сьогодні реалізувати таких підхід до пропагування фізики дуже складно. Навчальні передачі є економічно не вигідними, оскільки ефірний час коштує дорого. Видання науково-популярних книжок та журналів теж коштовно, але не

окупається, тому що не користується попитом. За таких умов єдиним надійним чинником формування у молоді правильного наукового світогляду, розуміння цінності фізики як науки та значущості її ролі в житті людей, в техніці та технологіях залишається освітній процес. Тобто уроки фізики, а також ті заходи, які можна здійснити в рамках позаурочної роботи, тобто гуртки, факультативні курси, екскурсії тощо. Як кажуть, все нове – це добре забуте старе. Головне, щоб на проблему відсутності у сучасної молоді мотивації до вивчення фізики все ж таки звернули увагу ті державні інститути, які повинні цим займатися.

А почати треба з головного – осучаснити навчання фізики, зробити викладання живим, захоплюючим і корисним. Адже не секрет, що нині далеко не всі вчителі фізики ускладнюють своє життя виконанням лабораторних робіт та проведенням експерименту. І яке уявлення про фізику може тоді мати учень? Тому на перший план сьогодні висувається проблема не лише ознайомлення учнів з теоріями та законами фізики, але й з її прикладними напрямками. Якщо оглянути навколишній світ, то стає очевидно – майже всі технічні засоби, які нині глибоко увійшли в наше життя, створені завдяки досягненням фізики. І кожного дня з'являються інші. До речі, раніше проблема ознайомлення учнів з технічними новинками не була проблемою, тому що їх було мало. А тепер ці новинки з'являються постійно, причому не лише в промисловому секторі, але й в житті кожної людини. Телефон стає застарілим за рік-два, телевізор має приблизно такий самий термін роботи до того моменту, коли йому на заміну приходить нова модель вже зовсім з іншими функціями. І орієнтуватися у світі цих змін досить складно. Зрозуміло, що більшість сучасних людей вміє поводитися із смартфонами, телевізорами, комп'ютерною технікою, іншими побутовими приладами, але більше на рівні їх використання на основі інструкції. Тобто люди знають, де яка опція і як її активізувати. А коли вони придбають новий прилад, вони знову витають інструкцію і навчаються його використовувати. Але тільки невелика кількість людей знає принцип дії усіх цих приладів. А якщо не знати принцип дії приладу, то не можна оцінити рівня його удосконалення та подальших перспектив модернізації. Фактично це можна назвати роботою «наосліп», яка носить характер виконання механічних дій за зразком. А робота з приладом вимагає дій розумових і людина, яка здатна до цього, буде легко орієнтуватися у всіх новітніх технологіях та завжди перебуватиме на передньому краї науки та техніки. Зрозуміло, що для сучасної людини це є важливою умовою повноцінного існування в інформаційному суспільстві.

Розглянемо методичні підходи до впровадження наукової інформації у хід навчання фізики, з якими необхідно знайомити майбутніх учителів у ході їх фахової підготовки. Багато інформації, що стосується сучасних досягнень фізики, можна навести при вивченні курсу фізики у 8-му класі. Чому ми приділяємо особливу увагу саме курсу фізики 8-го класу? Тому що, як показує досвід, навчальний матеріал цього курсу є для учнів найбільш складним і нецікавим. Отже, осучаснення змісту навчального матеріалу зробить процес навчання більш живим і наближеним до тієї реальності, яку учні спостерігають навколо себе. Так, у

розділі 2 «Внутрішня енергія тіла. Теплові процеси» при вивченні питань щодо плавлення тіл, температури плавлення та питомої теплоти плавлення слід розповісти про сучасні застосування плавлення в техніці, зокрема, для виробництва металів і сплавів, литті у форми, сварки металів за допомогою методу плавлення, а також одержання скла. Особливо цікавими є застосування кристалізації, про що говориться не завжди, але у технологічних процесах вони є дуже корисними. Наприклад, у розділенні та очищенні твердих речовин, коли слід одержати матеріали з певними властивостями, а також у нанесенні захисних плівок на поверхні різних твердих тіл для запобігання їх пошкодження та підвищення міцності і стійкості до зовнішніх впливів. Не менш важливими є застосування процесу кристалізації в медицині на основі сучасних технологій, наприклад, у створенні кісткових імплантів та лікуванні патологічних процесів, що викликані виникненням пухлин.

При вивченні розділу «Тепловий рух атомів і молекул. Температура», характеризуючи способи вимірювання температури тіл, слід розповісти про контактні методи вимірювання температури за допомогою поверхневих, універсальних та харчових термометрів. Особливо корисним для учнів буде дізнатися, що існують і безконтактні методи вимірювання температури за допомогою пірометрів, які дозволяють вимірювати температуру тіл без контакту з ними, наприклад, температуру космічних тіл. Також сучасна техніка створила велику кількість термометрів як для промислових, так і для побутових цілей. Важливо сказати про існування залежності лінійних розмірів твердих тіл від температури і наголосити, що властивість теплового розширення твердих повинна бути врахована не лише у промисловості і на виробництвах, але, що дуже важливо, у будівельних технологіях, де теплове розширення набуває особливого значення при зведенні споруд і нині розроблено сучасні технології, які дозволяють запобігти шкідливому впливу розширення тіл при нагріванні.

При вивченні процесів пароутворення і конденсації для учнів буде цікавою додаткова інформація про сучасні технології, які використовуються у цих процесах, зокрема, для сушіння деревини, коли за допомогою випаровування з неї видаляється зайва волога, а також для випаровувального охолодження, коли методом випаровування речовина охолоджується до певної температури. Після цього слід зупинитися на застосуваннях конденсації, яка складають основу багатьох сучасних технологій. Так, конденсація застосовується у конденсаційній техніці, де за її допомогою підвищується ефективність опалювальних установок та зменшується шкідливий вплив на оточуюче середовище, тобто розв'язуються важливі сучасні екологічні проблеми. Конденсація використовується в енергетичній промисловості у парових турбінах а також дуже широко в хімічних технологіях при реалізації методу фракційного розділення, коли різні складові (фракції) речовини по-різному конденсуються, що дозволяє їх відокремити одна від одної. Конденсація також використовується для опріснення води, а також у виробництві холодної та криогенної техніки (це технології одержання низьких температур). Одним з найцікавіших для учнів будуть приклади про застосування конденсації у меди-

цині, зокрема, стоматології, де за її допомогою здійснюють пломбування зубів. Це питання доцільно запропонувати учням для самостійного розгляду та підготовки повідомлень, оскільки з цим процесом кожна людина зустрічається у своєму житті. При вивченні розділу 3 «Теплова енергія. Теплокористування» вивчається вивчення про горіння палива та теплоту його згоряння, а також про коефіцієнт корисної дії нагрівника. Тут доцільно буде зупинитися на нетипових видах палива, що сьогодні дуже актуально. З найбільш ефективних нетипових видів палива слід назвати ті, що відносяться до ядерних і термоядерних та ракетних. Окрему увагу слід приділити альтернативним паливам. Важливо зауважити, що є різні види нагрівників, одні з яких працюють на рідкому, а інші на газоподібному паливі, це, зокрема, палива дизельні та газові. Корисно визначити переваги твердопаливних нагрівників та значення їх коефіцієнту корисної дії порівняно з іншими типами нагрівників. Окремими блоком при вивченні цієї теми слід виділити інформацію про альтернативні джерела енергії в Україні, зокрема, розповісти про використання сонячної енергії та вітроенергетику. Завершуючи це питання, слід навести інформацію про енергозберігаючу технології, які розробляються і впроваджуються в Україні.

Формуючи в учнів знання про двигуни внутрішнього згоряння, слід доповнити навчальний матеріал інформацією про різні види таких двигунів та переваги кожного з цих видів. Учні повинні знати про характеристики інжекторного двигуна та механізм його роботи. Важливо розповісти про карбюраторні двигуни, оскільки це слово знайомо усім учням, про їх використання в техніці та побуті, а також про види палива, які придатні для карбюраторного двигуна. Окремої уваги вимагає дизельний двигун, як такий, що є найбільш поширеним у побуті та техніці, та паливо, яке застосовується для дизельних двигунів. Звичайно, вивчення цього навчального матеріалу не можна не доповнити інформацією про альтернативні види палива для сучасних транспортних засобів. Цю інформацію теж доцільно запропонувати учням знайти самостійно, а потім підготувати доповіді або короткі повідомлення, оскільки їх життєдіяльність з цим безпосередньо пов'язана. При вивченні питання про парову турбіну та газотурбінний тепловий двигун слід додати інформацію про сучасні технології на основі енергозберігаючих парових турбін, які широко застосовуються у роботі теплових станцій, на підприємствах житлово-комунального господарства, у різних галузях промисловості. Заслугує на увагу питання автомобільних газових турбін, адже зараз велика кількість автомобілів працює на таких турбінах. Коротко для загального розвитку учнів можна подати інформацію про використання турбокомпресорів та турбогенераторів. І головне, в кінці обов'язково слід зупинитися на екологічних проблемах використання теплових двигунів, парових і газових турбін. Як свідчить досвід вчителів фізики, питання, що стосуються двигунів внутрішнього згоряння, а також парових турбін, зазвичай не викликають в учнів ніякого інтересу, навіть у хлопців, які цікавляться технічними засобами. При цьому обсяг навчального матеріалу є досить значним, складним для учнів і займає багато навчального часу. Тому для того, щоб не відбити в учнів інтересу до фізики при вивченні таких питань, необхідно під-

ходити до їх викладання по-новому. Наприклад, демонструвати учням відеоматеріали про будову та роботу теплових двигунів, турбін та газотурбінних двигунів. Це дозволить зробити процес навчання наочним і динамічним, адже продемонструвати роботу двигуна внутрішнього згоряння у статичному форматі неможливо. Важливу роль відіграє також якісний ілюстративний матеріал, який має бути чітким і яскравим для того, щоб учні могли розглянути деталі двигунів, що при вивченні цієї теми дуже важливо. А найголовніше – треба приводити якомога більше прикладів про конкретні застосування двигунів у різних сферах науки, техніки і життя людини, щоб учні знали, де саме вони мають справу з роботою двигунів або турбін.

Наступний розділ курсу 8-го класу – розділ 4 «Електричні явища». При розгляді питань про електризацію тіл слід навести багато прикладів з життя, що демонструють явище електризації. Потім слід зупинитися на властивостях янтарю та сучасних технологій його застосування, зокрема, у різних галузях виробництва та у технічних процесах. Обов'язково потрібно розповісти про технологію виготовлення лаків на основі янтарю, про одержання янтарної кислоти для медичних та косметологічних цілей, про важливість янтарю для виготовлення деяких приладів. Цікавою буде інформація про застосування янтарю в космічних технологіях, тому це питання доцільно запропонувати для самостійного опрацювання з подальшою підготовкою повідомлень або рефератів. Таку ж саму роботу можна запропонувати учням для ознайомлення із застосуванням янтарної кислоти в косметологічних цілях. Зрозуміло, що робота, виконана самостійно, буде мати дуже великий ефект, а відповідна інформація буде запам'ятовуватися найкращим чином. Оскільки явище електризації є шкідливим і може мати негативні наслідки, треба повідомити учнів про використання в технологічних процесах та у побуті речовин, які мають антистатичні властивості, до того ж учні вже мають досвід роботи з такими речовинами і навіть деякі з них можуть назвати. Тому спочатку можна запропонувати учням самостійно розповісти про те, які антистатичні речовини вони знають, а потім додати інші. Це, наприклад, антистатичні пластмаси, графіт і сажка, які є невід'ємними компонентами у гумовій промисловості. У побуті одним з найсучасніших матеріалів є лінолеум з антистатичними властивостями. А у деякі речовини спеціально при виготовленні додають антистатики у вигляді добавок. Крім того, важливо наголосити, що за допомогою сучасних технологій створено спеціальні прилади, які здатні нейтралізувати статичну електрику, що виникає в побуті. А в техніці для запобігання шкідливої дії статичної електрики використовуються електрометри, за допомогою яких вимірюється величина заряду статичної електрики, а також спеціальні електронні електрометри, які є дуже чутливими і дію яких можна програмувати залежно від потреб. При вивченні поняття електричного поля, його властивостей та закону Кулона, слід розповісти про застосування електричного поля в медичних технологіях, при виготовленні холодильних пристроїв з метою прискорення заморожування харчових продуктів. Властивості електричного поля також дозволяють використовувати його у пожежній справі. Цікаво, що електричне поле широко застосовується

і сільському господарстві, зокрема, для сепарації насіння та прискорення його проростання, а також для одержання кращих врожаїв у полеводстві. Електричне поле використовується навіть у тваринництві з метою запобігання хвороб, що виникають у сільськогосподарських тварин.

У розділі 5 «Електричний струм. Закони постійного струму» теж є багато питань, після вивчення яких можна ефективно продемонструвати сучасні досягнення фізики та технологій. Зокрема, при вивченні дій електричного струму необхідно розповісти про використання цих дій в техніці в тигельних та муфельних печах, в спеціальних сушильних шафах, в роботі теплового реле та у термopарах. Говорячи про таку важливу властивість речовин, як їх електрична провідність, за характером якої речовини поділяються на провідники, напівпровідники та діелектрики, важливо розповісти, що у сучасних технологіях дуже затребувані матеріали з високою електричною провідністю, зокрема, мідь, бронза, латунь, алюміній, сталь. Після засвоєння учнями питання про залежність опору провідників від температури треба ознайомити їх із застосуванням цієї залежності в термометрах опору, за допомогою яких можна вимірювати температури як в рідких середовищах і в газах, так і в твердих тілах. Корисно буде висвітлити питання про використання і удосконалення термометрів опору в техніці низьких температур (криогенній техніці), де сьогодні застосовуються найсучасніші цифрові термометри опору з величезним діапазоном температур, необхідним для вимірювання низьких температур, яких може досягти сучасна експериментальна фізика. Не цікавим і не зрозумілим для більшості учнів є питання залежності струму в напівпровідниках від температури та механізму дії термісторів. Тому одразу після пояснення цих питань знання учнів треба підкріпити прикладами застосування термісторів. І найбільш цікавим прикладом буде застосування термісторів (температурних датчиків) у транспортних засобах, де за їх допомогою здійснюється контроль за температурами води і масла, температурою вихлопних газів, салону автомобіля, а також, що дуже важливо – гальмівної системи автомобіля. Ці приклади будуть для учнів цікавими, оскільки більшість з них з дитинства має справу з автомобілями. Обов'язково також сказати про важливе застосування термісторів на підприємствах, де використовуються великі значення сили струму, а саме для контролю за початковим (пусковим) струмом на початку технологічного процесу.

На наступному етапі у розділі 6 «Застосування законів постійного електричного струму» вивчається явище електролізу і формулюється закон Фарадея для електролізу. Тому слід розповісти учням про застосування електролізу, які є дуже поширеними в технологічних процесах та в різних галузях науки і техніки. Наприклад, учням цікаво буде дізнатися, що електроліз використовується для одержання чистого гідрогену у процесі електролізу води. І одне з дуже важливих нині застосувань електролізу для запобігання екологічних катастроф – очищення стічних вод від шкідливих сполук, оскільки, незважаючи на суворі вимоги, багато підприємств продовжують зливати у річки відходи, які містять органічні сполуки. Закінчується розділ 6 вивченням питання про електричний струм у га-

зах. Слід розповісти про використання тліючого розряду у найсучасніших квантових генераторах – світлогазових лазерах. Також важливо сказати про застосування тліючого розряду для індикаторів в цифрових пристроях. І при цьому всі учні можуть одразу побачити дію таких індикаторів, оскільки у більшості з них є такі пристрої, наприклад, годинники або гаджети.

На нашу думку, всі питання, які ми розглянули, можна викласти на доступному для учнів рівня і без особливих витрат часу уроку. Головне – мати відповідне мультимедійне забезпечення і заздалегідь заготовлені короткі тексти, які містять необхідну інформацію у стислому вигляді. Очевидно, що запропонований методичний підхід забезпечить підвищення рівня знань учнів, а також їх зацікавленість до вивчення фізики, оскільки більшість сучасних досягнень фізики вони використовують у своїй життєдіяльності.

Таким чином, можна зробити **висновок**, що сучасний стан науково-технічної сфери вимагає від учнів обізнаності у новітніх досягненнях науки і техніки. І найкращі умови для виконання цього завдання забезпечує вивчення курсу фізики, оскільки саме фізика є основою усіх сучасних технологій, а, отже, їх продуктів. Важливість навчального матеріалу, який відображає сучасний стан розвитку фізики, зумовлена ще й тим, що при цьому учні за створення відповідних умов будуть більш міцно засвоювати теоретичні знання з фізики, а також відпрацьовувати практичні навички. Крім того, це дозволить учням краще орієнтуватися у сфері соціальних відносин, оскільки вони будуть розуміти, що і в якому обсязі необхідно для більш інтенсивного розвитку суспільства у напрямку створення сприятливих умов для існування людей. Також очевидно, що у разі системного і комплексного підходу до ознайомлення учнів з досягненнями фізики, в них буде підвищуватись інтерес до її вивчення, до розуміння законів і теорій, адже на них засновані сучасні технології. А це, у свою чергу, прискорить загальний інтелектуальний розвиток молодшої людини, адже її мислення буде систематично настроюватися на пізнання нових фактів і завдяки цьому активно працювати, що забезпечить безперервний зв'язок між структурою процесу пізнання та структурою особистості. Таким чином, учень буде сприймати теоретичний, експериментальний та технологічний компоненти наукової картини світу у нерозривному зв'язку. Очевидно, що для реалізації цих важливих завдань учитель фізики повинен мати відповідний рівень операційно-методичної компетентності, який необхідно забезпечити у ході його фахової підготовки при вивченні дисциплін професійного циклу.

Список використаних джерел:

1. Заболотний В.Ф., Мисліцька Н.А. Психолого-педагогічні аспекти візуалізації інформації під час лекцій. *Інформаційно-комунікаційні технології в сучасній освіті: досвід, проблеми, перспективи*: збірник наукових праць. Київ-Львів. 2015. Вип. 4. Ч. I. С. 191–195.
2. Заболотний В.Ф., Мисліцька Н.А. Реалізація технології візуалізації на лекційних заняттях з фізики. *Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серія педагогічна*. Кам'янець-Подільський, 2014. Вип. 20: Управління якістю підготовки майбутнього вчителя фізико-технологічного профілю. С. 84–86.

3. Сусь Б.А., Мисліцька Н.А. Діяльнісний підхід під час навчання фізики у вищих навчальних закладах в умовах сучасного навчального середовища. *Наукові записки. Серія: Педагогічні науки*: Кіровоград: РВВ КДПУ ім. В. Винниченка, 2011. Вип. 98. С. 271–273.
4. Сусь Б.А., Заболотний В.Ф., Мисліцька Н.А. Діяльнісний підхід у навчанні як засіб формування професійних умінь і навичок студентів. *Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання в підготовці фахівців: методологія, досвід, проблеми*. Київ-Вінниця: ТОВ Вінниця, 2008. Вип. 2. С. 343–437.
5. Заболотний В.Ф., Шут М.І., Мисліцька Н.А. Формування методичної та інформативної компетенцій в системі підготовки і учителя фізики. *Науковий вісник Ужгородського національного університету. Серія «Педагогіка»*. Ужгород, 2008. № 14. С. 49–51.
6. Шут М.І., Благодаренко Л.Ю. Проблеми підготовки компетентного вчителя фізики в рамках реалізації проекту «Нова українська школа». *Наукові записки Бердянського державного педагогічного університету. Серія: Педагогічні науки*. 2019. Вип. 3. С. 432–439.
7. Шут М.І., Благодаренко Л.Ю., Січка Т.Г., Василенко С.Л. Підвищення якості навчання фізики як традиційно актуальна і багатопланова освітня проблема. *Наукові записки Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського. Серія: Теорія та методика навчання природничих наук*. Вінниця: ВДМУ, 2023. № 4. С. 79–88.

Ludmila BLAGODARENKO, Sergii VASYLENKO

Dragomanov Ukrainian State University

FORMATION OF ELEMENTS OF OPERATIONAL AND METHODOLOGICAL COMPETENCE OF FUTURE PHYSICS TEACHERS DURING THEIR PROFESSIONAL TRAINING

Abstract. The article considers the problem of forming elements of operational and methodological competence of future physics teachers during their professional training in the context of introducing modern scientific information into the educational process of physics. It is stated that, despite the importance of the pedagogical problem of introducing elements of modern scientific knowledge into the teaching of physics in secondary education institutions, attention to it is insignificant. The results of physics teaching that can be achieved by familiarizing students with modern scientific and technical information are highlighted.

Methodological approaches to the introduction of scientific information into physics teaching, which future teachers need to be introduced to during their professional training, are considered. It is substantiated that in the case of a systematic and comprehensive approach to familiarizing students with the achievements of physics, their interest in studying it, in understanding physical laws and theories will increase, because modern

technologies are based on them. It is proven that under these conditions the student will perceive the theoretical, experimental and technological components of the scientific picture of the world in an inseparable unity. It is emphasized that to implement this important task, the physics teacher must have an appropriate level of operational and methodological competence, which can be effectively formed during his professional training when studying the disciplines of the professional cycle.

Key words: educational process in physics, modern scientific information, operational and methodological competence of future physics teachers.

References:

1. Zabolotnyi V.F., Myslitska N.A. Psykholoho-pedahohichni aspekty vizualizatsii informatsii pid chas lektsii. *Informatsiino-komunikatsiini tekhnologii v suchasni osviti: dosvid, problemy, perspektivy: zbirnyk naukovykh prats*. Kyiv-Lviv. 2015. Vyp. 4. Ch. I. S. 191–195.
2. Zabolotnyi V.F., Myslitska N.A. Realizatsiia tekhnologii vizualizatsii na lektsiinykh zaniattakh z fizyky. *Zbirnyk naukovykh prats Kamianets-Podilskoho natsionalnoho universytetu imeni Ivana Ohienka. Seriiia pedahohichna*. Kamianets-Podilskyi, 2014. Vyp. 20: Upravlinnia yakistiu pidhotovky maibutnoho vchytelia fizyko-tekhnolohichnoho profilu. S. 84–86.
3. Sus B.A., Myslitska N.A. Diialnisnyi pidkhid pid chas navchannia fizyky u vyshchikh navchalnykh zakladykh v umovakh suchasnoho navchalnoho seredovyscha. *Naukovi zapysky. Seriiia: Pedahohichni nauky*. Kirovohrad: RVV KDPU im. V. Vynnychenka, 2011. Vyp. 98. S. 271–273.
4. Sus B.A., Zabolotnyi V.F., Myslitska N.A. Diialnisnyi pidkhid u navchanni yak zasib formuvannia profesiinykh umin i navychok studentiv. *Suchasni informatsiini tekhnologii ta innovatsiini metodyky navchannia v pidhotovtsi fakhivtsiv: metodolohiia, dosvid, problemy*. Kyiv-Vinnytsia: TOV Vinnytsia, 2008. Vyp. 2. S. 343–437.
5. Zabolotnyi V.F., Shut M.I., Myslitska N.A. Formuvannia metodychnoi ta informatyvnoi kompetentsii v systemi pidhotovky y uchytelia fizyky. *Naukovyi visnyk Uzhhorodskoho natsionalnoho universytetu. Seriiia «Pedahohika»*. Uzhhorod, 2008. № 14. S. 49–51.
6. Shut M.I., Blahodarenko L.Yu. Problemy pidhotovky kompetentnoho vchytelia fizyky v ramkakh realizatsii proektu «Nova ukrainska shkola». *Naukovi zapysky Berdianskoho derzhavnoho pedahohichnoho universytetu. Seriiia: Pedahohichni nauky*. 2019. Vyp. 3. S. 432–439.
7. Shut M.I., Blahodarenko L.Yu., Sichkar T.H., Vasylenko S.L. Pidvyshchennia yakosti navchannia fizyky yak tradytsiino aktualna i bahatoplanova osvithnia problema. *Naukovi zapysky Vinnytskoho derzhavnoho pedahohichnoho universytetu imeni Mykhaila Kotsiubynskoho. Seriiia: Teoriia ta metodyky navchannia pryrodnychkykh nauk*. Vinnytsia: VDMU, 2023. № 4. S. 79–88.

Отримано: 25.09.2025

Людмила БЛАГОДАРЕНКО¹, Микола ШУТ², Тарас СІЧКАР³

Український державний університет імені Михайла Драгоманова

e-mail: ¹kzff@ukr.net, ²mishut1@ukr.net, ³tsichkar@ukr.net;ORCID: ¹0000-0002-5501-5416, ²0000-0001-6342-2129, ³0000-0001-8885-0170

ПІДГОТОВЧИЙ ЕТАП У ФОРМУВАННІ ФАХОВИХ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ ФІЗИКИ ТА АСТРОНОМІЇ

Анотація. У статті розкрито стратегічне значення підготовчого етапу у формуванні фахових компетентностей майбутніх учителів фізики та астрономії. Обґрунтовано, що неможливо забезпечити достатній рівень фахової підготовки майбутніх учителів фізики та астрономії за час вивчення дисциплін професійного циклу, тому починати необхідно з першого курсу, під час вивчення дисциплін загального та науково-предметного циклів. Зокрема, підготовку майбутніх учителів фізики та астрономії до педагогічної діяльності потрібно починати при вивченні базових дисциплін науково-предметного циклу – фізики та астрономії. Визначено, що на підготовчому етапі можна ефективно закласти у студентів базові знання, уміння та ціннісні орієнтири, які визначають подальший успіх професійного становлення вчителя фізики та астрономії. Доведено, що підготовчий етап виступає фундаментом, на якому в подальшому вибудовується вся система формування фахових компетентностей майбутнього вчителя, а його значення полягає не лише у засвоєнні теорій і законів фізики та астрономії, але й у формуванні знань і умінь, які визначають структуру педагогічної діяльності.

Ключові слова: майбутні вчителі фізики та астрономії, фахові компетентності, підготовчий етап у формуванні фахових компетентностей.

Підготовка компетентного вчителя фізики та астрономії у всі часи була завданням складним і багатогранним. Адже педагогічна діяльність передбачає не тільки міцні фундаментальні знання та їх осмислення на глибинному внутрішньому рівні (що у галузі фізики та астрономії вже само по собі вимагає особливих здібностей та зусиль), але й наявність умінь доносити ці знання до учнів на зрозумілій для них мові та мотивувати їх до вивчення предметів та активної пізнавальної позиції. А це вимагає ґрунтовної психолого-педагогічної, методичної та практичної підготовки, що обумовлює необхідність системного та комплексного підходів у формуванні фахових компетентностей майбутніх учителів фізики та астрономії на всіх етапах їх навчання у педагогічній вищій школі, починаючи з першого курсу [6]. Якщо у фахівців більшості спеціальностей рівень компетентності визначається наявністю суто професійних знань і умінь в обраній галузі, то фахова компетентність вчителя фізики та астрономії є багатокомпонентною і містить інтегративні професійні знання і уміння, що не обмежуються лише педагогічною сферою діяльності. Такий вчитель повинен бути обізнаним у природничих, гуманітарних та суспільних науках (оскільки всі вони тим або іншим чином пов'язані з фізикою та астрономією як основними світоглядними науками), володіти методиками і технологіями викладання, бути здатним до визначення психологічних чинників, які впливають на хід освітнього процесу, до його конструювання на основі аналізу усіх структурних елементів педагогічного середовища. А це середовище є динамічною системою, в якій часто виникають непередбачувані ситуації, що вимагають швидкого прийняття безпомилкових рішень. Виходячи з цього, можна зробити висновок про те, що неможливо забезпечити достатній рівень фахової підготовки майбутніх учителів фізики та астрономії за час вивчення дисциплін професійного циклу підготовки. Починати потрібно з першого курсу, під час вивчення дисциплін загального та науково-предметного циклів. Зокрема, підготовку майбутніх учителів фізики та астрономії до педагогічної діяльності потрібно починати при вивченні базових дис-

циплін науково-предметного циклу підготовки – фізики та астрономії.

Метою статті є визначення умов ефективної реалізації підготовчого етапу у професійній підготовці майбутніх учителів фізики та астрономії.

Незважаючи на очевидну актуальність проблеми прив'язки процесу формування фахової компетентності до вивчення суто базових дисциплін науково-предметного циклу підготовки майбутніх учителів фізики та астрономії, вона не дістала достатнього відображення у науково-методичній літературі. Найбільш теоретично обґрунтовані та педагогічно ефективні підходи до розв'язання цієї проблеми запропоновані Н.А. Мислицькою та В.Ф. Заболотним [1], [3], які розглядають навчання фізики на засадах пропедевтичного підходу у формуванні методичної компетентності майбутніх учителів в освітньому процесі з фізики [5]. Зокрема, ними запропоновано концепцію наскрізного формування методичної компетентності майбутніх учителів фізики і розроблено модель навчання загальної фізики з використанням методичної пропедевтики, що ґрунтується на систематизації і структуризації знань з курсу загальної фізики в контексті професійної діяльності [2], [4].

Практичний досвід показує, що сучасна система професійної підготовки майбутніх учителів фізики та астрономії вимагає ґрунтовного оновлення підходів до формування фахових компетентностей. Саме тому в умовах впровадження компетентнісної моделі навчання та інтеграції українського освітнього простору до європейського, слід використати значні можливості підготовчого етапу в освітньому процесі майбутніх учителів фізики та астрономії. На жаль, ці можливості у педагогічній вищій школі не реалізуються в достатній мірі. І це можна зрозуміти – в умовах дистанційного навчання та постійного скорочення навчальних годин викладачі фізики та астрономії вимушені зосереджуватись безпосередньо на виконанні цілей і завдань вивчення цих дисциплін, які регламентуються навчальними програмами. І витрачати час на інтеграцію фізики та астрономії з дисциплінами професійно-

го циклу підготовки в них просто немає можливостей. Проте саме на цьому етапі можна ефективно закласти у студентів базові знання, уміння та ціннісні орієнтири, які визначають подальший успіх професійного становлення вчителя фізики та астрономії. Таким чином, підготовчий етап виступає фундаментом, на якому в подальшому вибудовується вся система формування фахових компетентностей майбутнього вчителя. Його значення полягає не лише у засвоєнні елементарних понять і законів фізики та астрономії, але й у формуванні знань і умінь, які визначають структуру педагогічної діяльності. І чим раніше така освітня робота починається, тим більш ефективними і багатомірними стануть результати фахової підготовки вчителів. У цьому контексті підготовчий етап у процесі навчання фізики та астрономії можна визначити як початковий рівень професійного становлення, під час якого студент набуває базових знань і первинних умінь, необхідних для подальшого формування складніших фахових компетентностей. До основних завдань, які слід реалізувати на підготовчому етапі належать такі:

- формування у студентів елементів навчально-пізнавальної діяльності, які забезпечать усвідомлене ставлення до засвоєння дисциплін фізико-математичного і астрономічного циклів та здатність до виконання пізнавальних дій відповідно до завдань освітнього процесу;
- засвоєння студентами фізичних теорій і законів, усвідомлення ними сутності фізичних явищ і методів наукового пізнання, оволодіння теоретичним та експериментальними методами фізики;
- розвиток умінь щодо конструювання освітнього процесу з урахуванням змісту курсів фізики, цілями і завданнями їх вивчення, адаптації до певного навчального середовища, а також з урахуванням психолого-педагогічних характеристик цього середовища;
- підготовка до вивчення дисциплін фахового циклу, до проходження виробничих педагогічних практик;
- формування комплексу функціональних професійних умінь, поєднання психолого-педагогічних знань з предметно-методичними з позицій поставлених цілей і завдань та з орієнтацією на прогнозовані результати навчання.

Як бачимо, завдання підготовчого етапу є конкретними, але досить складними з урахуванням низького рівня підготовленості студентів першого і другого курсів до їх виконання. Але стратегія підготовки кваліфікованих фахівців повинна бути саме такою, що є невідмінною умовою становлення професіоналів. Практичний досвід реалізації можливостей підготовчого етапу дозволяє також визначити його структуру, яка є досить розгалуженою. Підготовчий етап поєднує у собі важливі складові, які забезпечують можливості виконання поставлених завдань. Зокрема, адаптаційна складова забезпечує комфортне входження студента у навчальне середовище з новими умовами та завданнями, ознайомлення з вимогами навчального процесу з фізики та астрономії, а також навчальним планом і освітньою програмою фахової підготовки, базовими поняттями майбутньої професії. Змістова складова забезпечує засвоєння ключових теорій і законів фізики та астрономії, основ методології фізики як провідної природничої науки та можливостей використання методів фізики

для досліджень у галузі астрономії та інших природничих наук. Важливу функцію у напрямку засвоєння елементів професійної діяльності виконує діяльнісна складова, яка забезпечує формування умінь щодо організації та регулювання освітнього процесу при виконанні навчальних завдань з фізики та астрономії. І, нарешті, ціннісно-мотиваційна складова відповідає за розвиток внутрішньої позитивної мотивації до вивчення фізики та астрономії як з позицій того, хто навчається, так і з позицій того, хто навчає, що є особливо важливим в контексті майбутньої професійної діяльності вчителя. Це дозволяє кожному студенту оцінити значущість обраної ним професії для розвитку суспільства та підвищення його інтелектуального рівня, усвідомити свою безпосередню роль як носія знань і загальної культури, підготувати себе до просвітницької діяльності у напрямку підвищення статусу фізики та астрономії для зміцнення акцентів у суспільній думці.

Таким чином, курси фізики та астрономії у науково-предметному циклі дисциплін фахової підготовки за спеціальністю «Середня освіта (Фізика та астрономія)» виступають не лише базовими складовими природничо-наукової підготовки, але й потужним засобом формування фахових компетентностей майбутнього вчителя. Зміст і структура дисциплін «Фізика» та «Астрономія» у повній мірі забезпечують розвиток дослідницького, гуманістичного та світоглядного потенціалу студентів. Тому комплексна реалізація підготовчого етапу у фаховій підготовці сприяє становленню інтелектуально розвиненого, творчого, відданого своїй професії вчителя, здатного забезпечити якісну фізичну освіту учнів та підвищити престиж фізики, астрономії та інших природничих наук у суспільстві.

Виділимо фахові компетентності майбутнього вчителя фізики та астрономії, які можна успішно формувати на підготовчому етапі при вивченні дисциплін науково-предметного циклу.

Змістовно-процесуальна компетентність. Ґрунтується на глибокому розумінні теорій і законів фізики та астрономії, володінні знаннями щодо становлення сучасної фізичної і наукової картин світу як цілісної системи знань про оточуючий світ. Забезпечує здатність до теоретичного аналізу та відбору навчального матеріалу відповідно до цілей і завдань уроку, конструювання навчальної та наукової інформації з урахуванням пізнавальних та розумових можливостей учнів, виділення головних ідей та здійснення систематизації та узагальнення знань учнів. Окремо хочемо наголосити, що не можна займатися методикою навчання фізики та астрономії за відсутності ґрунтовних фундаментальних знань з цих наук, тому тільки той вчитель фізики та астрономії, який досконало володіє фундаментальними знаннями, здатен якісно навчати учнів фізики і астрономії та успішно виконувати освітні завдання, регламентовані у навчальних програмах.

Методично-технологічна компетентність. Ґрунтується на засвоєнні базових основ теорії та методики навчання фізики та астрономії і забезпечує здатність використовувати сучасні методики і технології, обирати ефективні форми, методи й засоби навчання, розробляти методичні та технологічні підходи до введення навчальної та наукової інформації в освітній процес на підставі її аналізу та розподілу за логічними моду-

лями, застосовувати прийоми педагогічного впливу на учнів у напрямку формування в них елементів пізнавальної діяльності, орієнтувати методики та технології навчання на індивідуальні особливості учнів, моделювати навчально-виховний процес з орієнтацією на заплановані результати навчання, створювати навчальні матеріали, адаптовані до рівня підготовки та навчальних здібностей учнів, використовувати інноваційні підходи і цифрові технології, що підвищують продуктивність навчальної діяльності учнів. Можливості формування методично-технологічної компетентності ефективно реалізуються на кафедрі загальної фізики та методики навчання фізики Українського державного університету імені Михайла Драгоманова під час вивчення дисципліни «Загальна фізика». Викладачі кафедри – це фахівці не тільки у галузі фундаментальної фізики, але й теорії та методики її навчання. А завідувач кафедри академік М.І. Шут та професор кафедри Л.Ю. Благодаренко є співавторами підручників з фізики для закладів середньої освіти. Тому на лекціях і практичних заняттях з фізики вони використовують свої підручники з метою створення для студентів можливостей порівняння змісту тих або інших тем курсу фізики вищої та середньої шкіл. Після лекції з певної тематики студенти порівнюють зміст викладеного навчального матеріалу із змістом цієї ж самої теми в шкільному курсі фізики. Тому вони одразу можуть визначити, які аспекти навчального матеріалу вимагають особливої уваги, що саме учні можуть не зрозуміти (зазвичай це ті питання, які і самі студентів усвідомлюють не одразу), виділити головні ідеї у змісті, а також його допоміжні елементи, які необхідні для більш глибокого розуміння. Слід відмітити, що підручники «Фізика 7», «Фізика 8», «Фізика 9», «Фізика 10» авторів М.І. Шута, М.Т. Мартинюка, Л.Ю. Благодаренко написані таким чином, що учитель, який тільки починає свою педагогічну діяльність, може ефективно використовувати їх у якості методичної та змістовної моделі конструювання уроку. Дуже ефективним засобом формування методично-технологічної компетентності є завдання для студентів зі складання конспекту уроку фізики з використанням тексту лекції та відповідного параграфа у підручнику. У студентів такі завдання викликають значний інтерес і вони із задоволенням їх виконують у тісному спілкуванні між собою та з викладачами в плані визначення методичних підходів до викладення навчального матеріалу, а також створення відповідного навчально-методичного забезпечення. Таким чином, використання описаного підходу дозволяє досягти значного ефекту, коли студенти не тільки опановують фундаментальні знання з фізики, але й одразу навчаються використовувати ці знання у професійній діяльності. При цьому важливо, що фундаментальні знання засвоюються студентами на більш якісному рівні, оскільки вони намагаються знайти ефективні способи для передачі цих знань своїм майбутнім учням.

Методично-дослідницька компетентність. Ця компетентність має найбільш складну структуру, оскільки ґрунтується не лише на засвоєнні основ педагогічної науково-дослідницької роботи, але й на вміннях здійснювати безпосередньо фізичні та астрономічні експерименти, адже ці два види діяльності в учителів фізики та астрономії дуже тісно пов'язані між собою. Неможливо

здійснювати розроблення підходів до реалізації експериментальної складової навчання фізики та астрономії, не маючи достатнього рівня знань і умінь для проведення фізичних та астрономічних досліджень. Тому методично-дослідницька компетентність ґрунтується, в першу чергу, на дослідницькій компетентності майбутніх учителів фізики та астрономії, яка може бути сформована лише у процесі інтеграції освітньої і науково-дослідної складових у навчанні. Крім того, ця компетентність передбачає також здатність до аналізу тенденцій в навчанні фізики та астрономії, виявленні основних проблем, які знижують рівень якості фізичної та астрономічної освіти, розроблення нових форм навчання, які позитивно вплинуть на формування в учнів фізичного та астрономічного знання в їх нерозривній єдності [7].

Соціально-комунікативна компетентність. Цей вид компетентності є одним з найголовніших для професії вчителя і передбачає здатність до публічних виступів, впевненої аргументації своїх думок, лідерства у проведенні дискусій, керівної ролі в організації спільної діяльності не лише учнів, а будь-якого колективу. Вчитель фізики та астрономії має бути інтелектуальною і самодостатньою особистістю, тільки у цьому випадку він зможе підвищити статус науки в очах своїх учнів та їх батьків, а також своїх колег, знайомих і суспільства в цілому і користуватиметься довірою та повагою з їх боку. Важливе місце у роботі вчителя займає робота з батьками, особливо у наш час, коли деякі з них ставляться зневажливо як до вчителя так і до школи як державної структури. Вчителю необхідно завжди мати переконливі аргументи для підтвердження своєї позиції щодо оцінювання навчальних досягнень учня або його поведінки і при цьому не перейти ту межу, яка припустима з точки зору професійних повноважень. Значний ефект може мати і робота вчителя з батьками в контексті агітації їх дитини до вибору професії фізико-технічної спрямованості у разі, якщо вона виявляє до цього здібності і бажання. Багаторічний педагогічний досвід дозволяє стверджувати, що інколи батьки, які навіть і не думали про професію фізика або астронома для своєї дитини, після переконливих розмов із вчителем дають добро на такий вибір і навіть пишаються її здібностями. Адже у всі часи ці професії не були масовими, а були для обраних, тобто для обдарованих, талановитих та творчих людей.

Світоглядна компетентність. Якщо ця компетентність не сформована, то можна стверджувати, що людина не відбулася як вчитель та як особистість. Всім відомий розхожий вислів – вчитель несе знання і культуру в маси. І це дійсно так, а особливо це стосується вчителя фізики та астрономії, оскільки ці дві науки, як ніякі інші, впливають на формування світогляду людини. Тільки той, хто має уявлення про закони світобудови і про роль людини у цій світобудові може об'єктивно оцінити надбання наукової діяльності людства, значення сучасних наукових досягнень та їх перспективи, оцінити вплив колишніх видатних наукових відкриттів на сучасний стан науки, передбачити наслідки екологічних катастроф та небезпечність використання ядерної зброї. У цьому яскраво виявляється світоглядно-соціальна роль вчителя, який через знання, що передає своїм учням, впливає на суспільну свідомість, а, отже, у значній мірі регулює розвиток суспільства. В цьому контексті діяльність вчите-

ля у повній мірі можна вважати не тільки науковою і просвітницькою, але й миротворчою. Тільки та людина, яка має сформований усталений світогляд, завжди зможе протидіяти лженауковим ідеям та технологіям зомбування. І основна роль у формуванні такого світогляду належить вчителю, який здатний сформувати у своїх учнів фундаментальне фізичне та астрономічне знання як основу розуміння світобудови.

Інформаційно-цифрова компетентність. Забезпечує орієнтацію освітнього процесу з фізики та астрономії на сучасні інноваційні моделі, виявляється у здатності використовувати цифрові технології в навчанні для візуалізації фізичних та астрономічних процесів, обробки результатів експериментів, створення необхідних навчальних ресурсів на підставі аналізу конкретних умов педагогічного середовища.

Очевидно, що всі вищеописані компетентності можна успішно формувати у ході вивчення фізики та астрономії, оскільки основні компоненти цих компетентностей тісно пов'язані з цілями і завданнями навчання цих дисциплін і формуються в нерозривній єдності. Фактично, становлення цих компетентностей закладено у сам освітній процес з фізики та астрономії поряд із засвоєнням фундаментальних знань. Завдання викладача полягають в умілій регуляції процесу пізнання, ефективному проектуванні інформаційного змісту навчання та психолого-педагогічних підходів до розвитку особистості, які особливо успішно будуть спрацьовувати в інтегрованому педагогічному середовищі. Таким чином, дістане розвитку концепція активного інтегрованого засвоєння студентами фундаментальних знань з фізики і астрономії та професійного досвіду, що забезпечить усвідомлене сприйняття майбутніми учителями фізики та астрономії своїх професійних функцій та особливої ролі в суспільстві.

Таким чином, формування фахових компетентностей майбутніх учителів фізики та астрономії є одним з провідних завдань сучасної педагогічної освіти і для його розв'язання необхідно використовувати усі можливості, які забезпечує освітня програма. Тому курси фізики і астрономії виступають не лише базовими складовими природничо-наукової підготовки, але й потужним засобом формування фахових компетентностей майбутнього вчителя. Зміст і структура цих курсів здатні забезпечити не лише міцне та усвідомлене засвоєння фундаментальних фізичних та астрономічних знань, але й ефективне формування фахових компетентностей. В цьому контексті вивчення фізики та астрономії як базових дисциплін науково-предметного циклу стає підготовчим етапом, своєрідним стартовим майданчиком для становлення майбутніх вчителів, засобом збагачення їх інтелектуальної сфери, розвитку наукового мислення та набуття правильних світоглядних орієнтацій. Тільки комплексний підхід до формування фахових компетентностей майбутніх учителів, наступність цього процесу на всіх рівнях вищої педагогічної освіти, поєднання теоретичних, методологічних і професійних компонентів фахової підготовки сприяє становленню висококваліфікованого вчителя, здатного забезпечити якісну фізичну освіту, а також підвищення престижу фізики та астрономії у нашому суспільстві.

Список використаних джерел:

1. Мисліцька Н.А., Заболотний В.Ф. Вивчення загальних питань методики навчання фізики в умовах сучасної парадигми освіти. *Вісник Чернігівського національного педагогічного університету. Серія: Педагогічні науки*. Чернігів, 2017. Вип. 146. С. 66–70.
2. Мисліцька Н.А. Методична система вивчення загального курсу фізики з використанням методичної пропедевтики. *Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серія педагогічна*. Кам'янець-Подільський: Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, 2017. Випуск 23: Теоретичні і практичні основи управління процесами компетентнісного становлення майбутнього учителя фізико-технологічного профілю. С. 139–142.
3. Мисліцька Н.А. Знання компонента як основа компетентнісного підходу в методичній підготовці студентів. *Збірник наукових праць Уманського університету імені Павла Тичини*. Умань: ФОП Жовтий О.О., 2015. Вип. 2. Ч. 2. С. 299–307.
4. Мисліцька Н.А. Реалізація системно-структурного підходу під час навчання фізики. *Науковий часопис НПУ імені М.П. Драгоманова. Серія № 3. Фізика і математика у вищій і середній школі: зб. наук. праць*. Київ: НПУ імені М.П. Драгоманова, 2012. № 7. С. 65–70.
5. Мисліцька Н.А. Формування методичної компетентності майбутнього учителя фізики на основі використання пропедевтичного підходу під час вивчення загальної фізики. *Наукові записки. Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти*. Кропивницький: РВВ ЦДПУ ім. В. Винниченка, 2017. Вип. 12. Ч. I. С. 80–86.
6. Микола Шут, Людмила Благодаренко, Тарас Січкач. Підвищення якості підготовки науково-педагогічних кадрів як ключова проблема в галузі фізичної освіти в Україні. *Збірник наукових праць К-ПНУ імені Івана Огієнка. Серія педагогічна*. 2024. Випуск 30: Проблеми сучасних науково-освітніх трансформацій у підготовці фахівців природничо-математичного профілю. С. 39–43. DOI: <https://doi.org/10.32626/2307-4507.2022-28>
7. Шут М.І., Благодаренко Л.Ю., Січкач Т.Г., Василенко С.Л. Підвищення якості навчання фізики як традиційно актуальна і багатопланова освітня проблема. *Наукові записки Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського. Серія: Теорія та методика навчання природничих наук*. Вінниця: ВДМУ, 2023. № 4. С. 79–88.

**Lyudmila BLAGODARENKO, Mukola SHYT,
Taras SICHKAR**

Drahomanov Ukrainian State University

PREPARATORY STAGE IN THE FORMATION OF PROFESSIONAL COMPETENCIES OF FUTURE TEACHERS OF PHYSICS AND ASTRONOMY

Abstract. The article reveals the strategic importance of the preparatory stage in the formation of professional competencies of future teachers of physics and astronomy. It is argued that it is impossible to ensure a sufficient level of professional training for future physics and astronomy teachers during the study of professional cycle disciplines, therefore it is necessary to start from the first year, during the study of general and scientific-subject cycle disciplines. In particular, the preparation of future physics and astronomy teachers for pedagogical activity should begin with the study of basic scientific and subject cycle disciplines – physics and astronomy. It has been determined that

at the preparatory stage, it is possible to effectively instill in students the basic knowledge, skills, and value orientations that determine the further success of the professional development of a physics and astronomy teacher. It has been proven that the preparatory stage serves as the foundation on which the entire system of professional competence formation of future teachers is built, and its significance lies not only in the assimilation of theories and laws of physics and astronomy, but also in the formation of knowledge and skills that determine the structure of pedagogical activity.

Key words: future teachers of physics and astronomy, professional competencies, preparatory stage in the formation of professional competencies.

References:

1. Myslitska N.A., Zabolotnyi V.F. Vychennia zahalnykh pytan metodyky navchannia fizyky v umovakh suchasnoi paradyhmy osvity. *Visnyk Chernihivskoho natsionalnoho pedahohichnoho universytetu. Serii: Pedahohichni nauky*. Vyp. 146. Chernihiv, 2017. S. 66–70.
2. Myslitska N.A. Metodychna systema vychennia zahalnoho kursu fizyky z vykorystanniam metodychnoi propedyky. *Zbirnyk naukovykh prats Kamianets Podilskoho natsionalnoho universytetu imeni Ivana Ohienka. Serii: pedahohichna*. Kamianets-Podilskyi: Kamianets-Podilskyi natsionalnyi universytet imeni Ivana Ohienka, 2017. Vypusk 23: Teoretychni i praktychni osnovy upravlinnia protsesamy kompetentnisnoho stanovlennia maibutnoho uchytelia fizyko-tekhnolohichnoho profilu. S. 139–142.
3. Myslitska N.A. Znannieva komponenta yak osnova kompetentnisnoho pidkhodu v metodychnii pidhotovtsi studentiv. *Zbirnyk naukovykh prats Umanskooho universytetu imeni Pavla Tychyny*. Uman: FOP Zhovtyi O.O., 2015. Vyp. 2. Ch. 2. S. 299–307.
4. Myslitska N.A. Realizatsiia systemno-strukturnoho pidkhodu pid chas navchannia fizyky. *Naukovyi chasopys NPU imeni M.P. Drahomanova. Serii: Fizyka i matematyka u vyshchii i serednii shkoli: zb. nauk. prats*. Kyiv: NPU imeni M.P. Drahomanova, 2012. № 7. S. 65–70.
5. Myslitska N.A. Formuvannia metodychnoi kompetentnosti maibutnoho uchytelia fizyky na osnovi vykorystannia propedychnoho pidkhodu pid chas vychennia zahalnoi fizyky. *Naukovi zapysky. Serii: Problemy metodyky fizyko-matematychnoi i tekhnolohichnoi osvity*. Kropyvnytskyi: RVV TsDPU im. V. Vynnychenka, 2017. Vyp. 12. Ch. I. S. 80–86.
6. Mykola Shut, Liudmyla Blahodarenko, Taras Sichkar. Pidvyshchennia yakosti pidhotovky naukovo-pedahohichnykh kadriv yak kliuchova problema v haluzi fizychnoi osvity v Ukraini. *Zbirnyk naukovykh prats K-PNU imeni Ivana Ohienka. Serii: pedahohichna*. 2024. Vypusk 30: Problemy suchasnykh naukovo-osvitnikh transformatsii u pidhotovtsi fakhivtsiv pryrodnycho-matematychnoho profilu. S. 39–43. DOI: <https://doi.org/10.32626/2307-4507.2022-28>
7. Shut M.I., Blahodarenko L.Yu., Sichkar T.H., Vasylenko S.L. Pidvyshchennia yakosti navchannia fizyky yak tradytsiino aktualna i bahatoplanova osvitnia problema. *Naukovi zapysky Vinnytskoho derzhavnoho pedahohichnoho universytetu imeni Mykhaila Kotsiubynskoho. Serii: Teoriia ta metodyka navchannia pryrodnychykh nauk*. Vinnytsia: VDMU, 2023. № 4. S. 79–88.

Отримано: 25.09.2025

УДК 371.302

DOI: 10.32626/2307-4507.2025-31.117-122

Юрій ГАЛАТЮК¹, Михайло ГАЛАТЮК², Тарас ГАЛАТЮК³

^{1,2}Рівненський державний гуманітарний університет

³Гімназія № 6, м. Рівне

e-mail: ¹ghalatyuk61@gmail.com, ²halatyuk_mu@ukr.net, ³tarashalatyuk@ukr.net;

ORCID: ¹0000-0003-0751-6029, ²0000-0001-5824-6036, ³0000-0003-2649-5542

МЕТОДОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ НАВЧАННЯ ФІЗИКИ У КОНТЕКСТІ РЕАЛІЗАЦІЇ КОНЦЕПЦІЙ STEM-ОСВІТИ І НУШ

Анотація. У статті розглядаються методологічні засади навчання фізики у контексті реалізації концепцій STEM-освіти і НУШ. Виявлено, що актуальність STEM-освіти у контексті концепції НУШ визначається трансдисциплінарністю, яка є необхідною умовою формування ключових компетентностей (інтегрованих характеристик) учня.

Трансдисциплінарність є найвищим рівнем міжпредметної інтеграції, сходження до якого відбувається поетапно. При цьому предметний рівень є початковим і надзвичайно важливим для організації інтегрованого навчання. В основі міждисциплінарного підходу до організації освітнього процесу в контексті вивчення фізики, лежать траєкторії інтеграції: інформаційно-змістова, операційно-діяльнісна і методологічна.

Методологічною основою реалізації STEM-освіти у вивченні природничих предметів є моделювання навчально-пізнавальної діяльності та її організація на основі застосування активних методів навчання: дослідницького і проєктного. Методологія навчально-пізнавальної діяльності у контексті STEM-освіти ґрунтується на категорії навчального проєкту та триєдності його фаз: фаза проєктування, технологічна фаза, фаза рефлексії. Реалізація дослідницького і проєктного методів в умовах класно-урочної форми навчання передбачає ефективне поєднання урочної і позаурочної навчально-пізнавальної діяльності.

Ключові слова: концепція НУШ, STEM-освіта, міждисциплінарна інтеграція, активні методи навчання, навчально-пізнавальна діяльність, проєктна технологія навчання.

Сучасний освітній простір України формується у двох взаємопов'язаних напрямках: через реалізацію державної політики в межах реформи загальної середньої освіти Нова українська школа та розви-

ток природничо-математичної освіти (STEM-освіти) [7; 11].

Концепція НУШ є однією з нормативно-правових підстав для впровадження і розвитку природничо-ма-

тематичної освіти (STEM-освіти). Де природничо-математична освіта (STEM-освіта) – цілісна система природничої і математичної освітніх галузей, метою якої є розвиток особистості через формування компетентностей, природничо-наукової картини світу, світоглядних позицій і життєвих цінностей з використанням трансдисциплінарного підходу до навчання, що базується на практичному застосуванні наукових, математичних, технічних та інженерних знань для розв'язання практичних проблем для подальшого використання цих знань і вмінь у професійній діяльності [7].

Як відомо, концепція НУШ ґрунтується на компетентнісному підході до визначення результатів освітнього процесу, а концепція STEM-освіти визначає стратегію розвитку природничо-математичної освіти в Україні.

Актуальність STEM-освіти у контексті реалізації концепції НУШ пояснюється тим, що ключові компетентності, які є результатом освітнього процесу нової української школи є *інтегрованими* динамічними характеристиками особистості, які об'єднують у собі знання з різних предметних галузей, а також уміння, навички, ставлення, етичні орієнтири та естетичні уподобання. Отже, ключова компетентність – це системна цілісність, яка формується у конвергентному освітньому середовищі, формою реалізації якого є STEM-освіта.

Отже, вивчення природничих предметів, зокрема фізики, у контексті реалізації концепцій STEM-освіти і НУШ є актуальною темою теорії і методики навчання. Тому, на наш погляд, варто детальніше зупинитися на окремих методологічних і практичних аспектах навчання фізики у контексті реалізації двох взаємопов'язаних концепцій: STEM-освіти та НУШ.

Зрозуміло, що теоретичний аспект реалізації цих двох концепцій у їхній діалектичній єдності полягає, насамперед, у визначенні методології, тобто сукупності, а точніше системи, тих дидактичних методів, які обумовлюють досягнення позитивного результату на практиці.

Дослідженню перспективи та науково-теоретичних аспектів розвитку STEM-освіти в Україні присвячені праці багатьох науковців. Зокрема дослідженню концептуальних та науково-методичних засад упровадження STEM-освіти (Довгий С.О., Лозова О.В., Поліхун Н.І., Постова К.Г., Сліпухіна І.А., Стрижак О.Є. Чернецький І.С. та ін.), дослідженню науково-прикладних аспектів та досвіду впровадження елементів STEM-освіти (Бойко С.М., Буряк О.О., Василенко І.В., Дем'яненко В.Б., Кузьменко О.С., Пойда С.А., Проценко Г.О., Савченко І.М. та ін.) [14].

Різним аспектам STEM-освіти у навчанні фізики присвячені дослідження багатьох українських науковців. Зокрема питанням методології проєктування та організації навчально-пізнавальної діяльності, теорії і практики дидактичного управління нею присвятили свої праці Атаманчук П.С., Ляшенко О.І., Опачко М.В. [1; 9; 13] та ін.; проблеми розробки та реалізації інтегративної моделі природничо-наукової та технічної освіти на основі мультидисциплінарного підходу досліджують у своїх працях Благодаренко Л.Ю., Засекіна Т.М., Січкара Т.Г., Шут М.І. [6; 15; 16], діяльнісний, методологічний, інтеграційний, світоглядно-ціннісний аспекти STEM-освіти є предметом дослідження у працях Атанова Г.О., Войтович О.П., Галатюка Ю.М., Засекіної Н.М., Куха А.М. та ін. [1; 3; 4; 5; 6; 8].

Визначаючи STEM як парадигму трансдисциплінарної освіти, дослідники Довгий С.О., Стрижак О.Є., зазначають, що класичний формат освіти щодо викладання навчальних дисциплін в умовах сьогодення призводить до нагромадження у свідомості здобувача освіти різноманітної інформації, яку йому ще складно зв'язати між собою та систематизувати. Конструктивнішим є формат інтеграції освітніх дисциплін, однак він, в силу низької синергії концептів, також не спрощує процес формування картини світу в свідомості здобувача освіти, адже, формування цілісної картини світу вимагає розуміння властивостей тих концептів (понять), які йому викладають і які він вивчає [14, с. 7]. У контексті цієї проблеми STEM-освіта є не просто одним із конструктивних форматів організації освітнього процесу. Вона відображає актуальну для сучасного суспільства конвергентну стратегію розвитку освіти, яка передбачає глибоку інтеграцію знань, методів та досвіду з різних галузей для формування нових та розширених рамок у вирішенні наукових та суспільних викликів і можливостей [12; 14].

Досліджуючи інтеграцію навчання у контексті STEM-освіти, науковці Поліхун Н.І., Сліпухіна І.А., Чернецький І.С., Постова К.Г. визначають STEM-освіту, як форму інтегрованого навчання, що базується на посиленій взаємодії між різними дисциплінами та сприяє розвитку насамперед гнучких навичок: креативності, інноваційності, уміння розв'язувати проблеми, ефективно взаємодіяти в соціумі тощо. Як правило, у центрі такої міжпредметної інтеграції лежить реальна суспільно значуща проблема або цікава наукова задача, яка найчастіше пов'язана зі сталим розвитком. Її розв'язання вимагає поєднання знань із кількох галузей, що дає змогу розглядати проблему з різних точок зору [14, с. 69]. Досліджуючи зміст та етапи інтеграції в STEM, науковці виділяють чотири рівні предметної інтеграції: дисциплінарний (предметний), мультидисциплінарний, міждисциплінарний, трансдисциплінарний). Ці рівні визначають зміст та етапи предметної інтеграції в STEM [14, с. 70].

Розглянемо характеристики кожного рівня.

Дисциплінарний (предметний) рівень. На цьому етапі викладач обирає тему, науковий факт, ідею або практичне завдання, що розглядається лише в межах однієї навчальної дисципліни (наприклад, фізики, математики, географії, біології тощо). Підхід не передбачає міжпредметних зв'язків. Учні зосереджуються виключно на змісті певної галузі знань, опановують теоретичні поняття, засвоюють концепти та відпрацьовують предметні вміння й навички.

Мультидисциплінарний рівень. Учителю формулює проблемне питання в межах свого предмета, проте його розв'язання вимагає залучення знань з інших галузей, тобто воно має STEM-характер. Для глибшого розуміння теми педагог використовує матеріал із суміжних дисциплін, поєднуючи кілька траєкторій інтеграції. Завдяки цьому учні отримують ширший погляд на проблему, що сприяє генерації більшої кількості ідей та забезпечує автентичність підсумкового результату через синтез знань із різних галузей.

Міждисциплінарний рівень. Цей рівень характеризується тіснішою взаємодією між предметами під

час розв'язання обраної спільно з учнями проблеми або теми STEM. Для її вивчення об'єднуються вчителі різних дисциплін, які спільно аналізують проблему, кожен із позиції свого предмета. Разом із здобувачами освіти вони шукають комплексне, оригінальне рішення, у якому поєднано складники різних предметних галузей. Такий підхід дає змогу створити єдину концептуальну систему, що інтегрує теорії, концепції та практики, які виходять за межі окремих дисциплін.

Трансдисциплінарний рівень. На цьому рівні вчителі з різних галузей співпрацюють, допомагаючи учням визначити реальну STEM-проблему та розробити спільну концептуальну модель її розв'язання, яка виходить за межі окремих предметів. У процесі роботи здобувачі освіти використовують знання з різних дисциплін у різних аспектах, активно взаємодіють у групі, шукаючи рішення складної багатовимірної проблеми. У результаті вони не лише знаходять ефективне рішення, але й відкривають нові напрями дослідження, що були непомітні в межах однієї дисципліни. Це сприяє формуванню глибокого, унікального навчального досвіду та створенню більш досконалих рішень.

Щоб відобразити генетичний зв'язок між рівнями інтегрованого навчання ми пропонуємо графічну модель (рис. 1), де в основі зрізаної піраміди лежить дисциплінарний (предметний) рівень, який є фундаментом для усіх вищих рівнів інтеграції. Стрілки відображають спрямованість і динаміку інтегрованого навчання. Теоретичні дослідження і практичний досвід доводять, що для досягнення високої якості результатів інтегрованого навчання його основою має залишатися чітка предметність (Поліхун Н.І., Сліпухіна І.А., Чернецький І.С., Постова К.Г.) [14]. Саме предметний підхід є початковим і надзвичайно важливим рівнем організації інтегрованого навчання, який виступає ключовим етапом на шляху реалізації трансдисциплінарних проєктів. Отже, ефективне предметно-інтегроване навчання потребує міцного, систематизованого за категоріями знання. На цьому також наголошують експерти зі STEM-освіти, які розробляють концепцію освітньої конвергенції та пропонують методологічний напрям розвитку STEM-освіти у бік трансдисциплінарності у процесах викладання, навчання та оцінювання [10; 12].

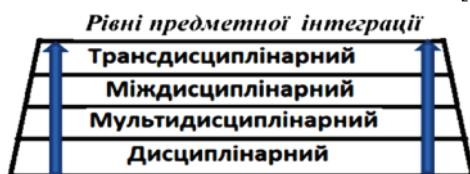


Рис. 1. Графічна модель рівневої інтеграції в STEM-освіті

Аналізуючи механізми трансдисциплінарного підходу до організації освітнього процесу у контексті вивчення природничих предметів, зокрема фізики, ми виділяємо такі, на наш погляд, ключові траєкторії інтеграції: інформаційно-змістову, операційно-діяльнісну і методологічну (рис. 2).



Рис. 2. Траєкторії міждисциплінарної інтеграції у навчанні фізики

Інформаційно-змістова траєкторія передбачає реалізацію міждисциплінарних зв'язків у контексті вивчення окремих явищ, фактів, засвоєння понять, фізичних величин, законів та інших структурних елементів фізичних знань, а також розв'язування навчально-пізнавальних задач із застосуванням суміжних знань, зокрема, з математики та інших природничих предметів. Інформаційно-змістові міждисциплінарні зв'язки за складом наукових знань, відображених в змісті природничих дисциплін, діляться на фактологічні, понятійні, теоретичні і світоглядні [3]. Таким чином, інформаційно-змістова траєкторія інтеграції – це, насамперед, узгодження змісту на рівні окремих предметних галузей.

Операційно-діяльнісна траєкторія інтеграції визначається специфікою навчально-пізнавальної діяльності, її структурою і процесом реалізації. Навчально-пізнавальна діяльність за своєю процедурою та сукупністю пізнавальних дій є спільною для багатьох предметів, насамперед, природничих. Вона ґрунтується на системі спільних для багатьох навчальних дисциплін способів пізнавальних дій і відповідних прийомів пізнавальної діяльності, оволодіння якими визначає сформованість навчально-пізнавальної компетентності.

Методологічна траєкторія інтеграції ґрунтується на спільній методології природничих наук: наукових методах емпіричного і теоретичного рівнів пізнання. Вона реалізується навколо проблеми поєднання емпіричного і теоретичного у навчанні фізики та інших природничих дисциплін [9]. Йдеться про методи емпіричного рівня пізнання (спостереження, експеримент, порівняння, узагальнення) та методи теоретичного рівня (моделювання, абстрагування, ідеалізація, формалізація, систематизація та ін.), а також аналіз і синтез як загальні логічні методи пізнання.

Як відомо, дидактика природничих предметів не створює принципово нових методів пізнання. Вона інтерпретує і впроваджує методологію науки (методи наукового пізнання) в освітній процес. Таким чином, у ході вивчення природничих дисциплін формуються уміння та навички, характерні для науково-дослідницької діяльності. Зокрема, це здатність узагальнено описувати явища, формулювати поняття й закони. Учні виконують дослідження, що передбачає висування гіпотез, планування експериментів, моделювання, а також опрацювання та аналіз отриманих результатів тощо [6, с. 237].

Дотримуючись образного викладу, зазначимо, що точкою перетину операційно-діяльнісної та методологічної траєкторій інтеграції у контексті поєднання концепцій STEM-освіти і НУШ є концепція діяльного навчання. Діяльнісна теорія навчання є тим атрактором, навколо якого вирішуються усі інші аспекти організації освітнього процесу: інтеграція, трансдисциплінарність, компетентнісний підхід, особистісно-орієнтований підхід, дидактичний менеджмент тощо. Діяльнісний підхід полягає у спрямуванні всіх педагогічних заходів на організацію активної діяльності учнів, через яку вони засвоюють способи пізнання і перетворення світу, формують і вдосконалюють особистісні якості [6, с. 184].

У навчанні природничих предметів провідною є дослідницька діяльність, стрижневим принципом навчання є орієнтація на дію [6, с. 189]. При цьому, до-

слідницька діяльність повинна мати проєктний характер. Це підтверджують результати аналізу літературних джерел [6; 14], які свідчать, що істотними особливостями STEM-освіти є:

- її прикладна спрямованість, коли потреба у теорії виникає під час розв'язання практичного завдання або, навпаки, коли набуті теоретичні знання застосовуються на практиці;
- домінування активних методів навчання, що передбачають виконання великої кількості практичних вправ, експериментів, дослідницької діяльності; виконання навчальних завдань у контексті реальних життєвих ситуацій і проблем;
- проєктні технології, які надають можливість учням працювати над реальними проєктами, використовуючи знання з різних навчальних дисциплін;
- інноваційні технології навчання, що сприяють застосуванню сучасних інтерактивних засобів навчальної діяльності – комп'ютерні програми, цифрові лабораторії, інтернет, мультимедійні засоби, відеоуроки, інтерактивні презентації тощо.

Очевидно, що методологія навчально-пізнавальної діяльності у контексті STEM-освіти ґрунтується на категорії навчального проєкту та триєдності його фаз, де кожний проєкт від виникнення ідеї до повного завершення проходить певну послідовність (фаз) свого розвитку (рис. 3).

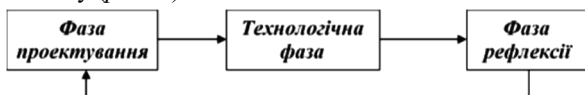


Рис. 3. Проєктно-технологічний тип пізнавальної діяльності

Ключове місце тут належить теорії навчально-пізнавальної діяльності або теорії діяльнісного навчання [2; 4]. Чому? Тому що компетентності, у тому числі й ключові, є прямим продуктом навчально-пізнавальної діяльності, суб'єктом якої є учень.

Не зупиняючись детально на основних концептах діяльнісного підходу до організації освітнього процесу (див. [4]), зазначимо, що характер навчально-пізнавальної діяльності визначається методами навчання, які в дидактиці поділяються на активні та пасивні. *Активні*: частково-пошуковий (евристичний), дослідницький, метод проєктів, *пасивні*: інформаційно-ілюстративний, репродуктивний. У системній цілісності ці методи забезпечують діалектичну єдність двох функцій навчання: інформаційно-ілюстративної та інноваційно-творчої.

Як вже зазначалось, теорія навчання фізики не створює принципово нових методів пізнання, а трансформує методологію природничої науки у навчальну форму, а методологія навчального пізнання відображає методологію науки. Зокрема, процедура навчально-пізнавальної діяльності, яка проєктується і реалізується в умовах застосування дослідницького методу навчання, частково або повністю відображає творчий цикл наукового пізнання: факти, модель гіпотеза, логічні наслідки, експеримент.

Як бачимо, активні методи навчання, зокрема дослідницький метод і метод проєктів, є домінуючими у контексті реалізації концепцій НУШ і STEM-освіти.

Відповідно, дослідницька і проєктна навчально-пізнавальні діяльності у контексті STEM є об'єктами

педагогічного моделювання та практичного втілення. А отже, уміння моделювати дослідницьку і проєктну діяльність учнів та реалізовувати моделі на практиці, здійснювати педагогічне управління процесом навчально-пізнавальної діяльності стає компонентом професійної компетентності учителя. Із цього випливає, що важливим аспектом реалізації STEM-освіти є діяльність дидактичного менеджменту: проєктування методичної системи (цілепокладання, планування, структурування, прогнозування) навчання; організація і управління: розробка системи методів, засобів, форм організації діяльності учіння та управління застосуванням [13, с. 241].

У контексті реалізації діяльнісного підходу у навчанні фізики, нами була запропонована узагальнена системна модель навчально-пізнавальної діяльності у вигляді декомпозиції: *суб'єкт, предмет, продукт, засоби, процедура, зовнішні умови* і запропонований технологічний інваріант проєктування навчально-пізнавальної діяльності у формі відповідного плану-орієнтиру [4].

Дослідницький метод і метод проєктів у їхньому класичному розумінні в умовах STEM-освіти інтегруються в один проєктно-технологічний тип організації навчально-пізнавальної діяльності, результатом якої є STEM-проєкти двох типів: науковий (академічний) STEM-проєкт та інженерний STEM-проєкт. Ці проєкти відрізняються, насамперед, процедурою, а також предметом і результатом навчально-пізнавальної діяльності.

Організація навчального дослідження є непростим завданням, зважаючи на те, що основною формою реалізації освітнього процесу в новій українській школі залишається урок, а імплементація дослідницького методу навчання і методу проєктів у класно-урочну форму навчання завжди була непростим завданням.

Усе викладене дає змогу зробити **висновки**:

- ✓ актуальність STEM-освіти у контексті концепції НУШ визначається трансдисциплінарністю, яка є необхідною умовою формування ключових компетентностей (інтегрованих характеристик) учня.
- ✓ трансдисциплінарність є найвищим рівнем міжпредметної інтеграції, сходження до якого відбувається поетапно. При цьому предметний рівень є початковим і надзвичайно важливим рівнем організації інтегрованого навчання.
- ✓ в основі міждисциплінарного підходу до організації освітнього процесу у контексті вивчення фізики, лежать такі траєкторії інтеграції: *інформаційно-змістова, операційно-діяльнісна і методологічна*;
- ✓ методологічною основою реалізації STEM-освіти у вивченні природничих предметів є моделювання навчально-пізнавальної діяльності та її організація на основі застосування активних методів навчання: дослідницького і проєктного;
- ✓ методологія навчально-пізнавальної діяльності у контексті STEM-освіти ґрунтується на категорії навчального проєкту та триєдності його фаз: фаза проєктування, технологічна фаза, фаза рефлексії;
- ✓ реалізація дослідницького і проєктного методів в умовах класно-урочної форми навчання передбачає ефективне поєднання урочної і позаурочної навчально-пізнавальної діяльності.

Список використаних джерел:

1. Атаманчук П.С. Управління процесом навчальної діяльності. Кам'янець-Подільський: Кам'янець-Подільський державний педагогічний інститут, 1997. 136 с.
2. Атанов Г.О. Теорія діяльнісного навчання: навчальний посібник. Київ: Кондор, 2007. 186 с.
3. Войтович О.П., Галатюк Ю.М., Лико Д.В. Використання міжпредметних зв'язків природничих предметів для розвитку творчих здібностей учнів: монографія. Рівне: РДГУ, 2011. 224 с.
4. Галатюк Т.Ю., Галатюк М.Ю., Галатюк Ю.М. Реалізація діяльнісного підходу до навчання фізики у новій українській школі. *Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серія педагогічна*. 2024. Вип. 30. С. 43–47.
5. Галатюк Ю.М., Галатюк Т.Ю. Методологічний компонент пізнавальної діяльності у навчанні фізики в Новій українській школі. *Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серія педагогічна*. 2022. Вип. 28. С. 102–105.
6. Засєкіна Т.М. Інтеграція в шкільній природничій освіті: теорія і практика: монографія. Київ: Педагогічна думка, 2020. 400 с.
7. Концепція розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти). Міністерство освіти і науки України: веб-сайт. URL: <https://mon.gov.ua/static-objects/mon/sites/1/gromadske-obgovorennya/2020/05/15/rozvitku-prirodnicho-matematichnoi-osviti.docx> (дата звернення: 10.10.2025).
8. Кух А.М., Кух О.М. Світоглядно-ціннісні аспекти STEM-освіти. *Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серія педагогічна*. 2023. Вип. 29. С. 118–123.
9. Ляшенко О.І. Взаємозв'язок теоретичного та емпіричного в навчанні фізики: дис.... д-ра пед. наук: 13.00.04., 13.00.02 / АПН України. Київ, 1996. 442 с.
10. Herr D.J.C., Akbar B., Brummet J., Flores S., Gordon A., Gray B., Murday J. Convergence education – an international perspective. *Journal of Nanoparticle Research*. 2019. No. 21, 229. URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11051-019-4638-7#Sec3> (дата звернення: 26.10.2025).
11. Нова українська школа. Міністерство освіти і науки України: веб-сайт. URL: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/nova-ukrainska-shkola-compressed.pdf> (дата звернення: 11.10.2025).
12. Nicolescu B. Transdisciplinarity – Theory and Practice. Hampton Press, Cresskill, NJ, USA, 2008. 320 p.
13. Опачко М.В. Дидактичний менеджмент у методичній підготовці сучасного вчителя фізики: монографія. Ужгород: ТОВ «РІК-У», 2017. 350 с.
14. Світ інноваційних можливостей: актуальні питання розвитку STEM-освіти: колективна монографія / за заг. ред. О.Є. Стрижака, Ю.І. Завалевського. Київ, 2023. 254 с.
15. Шут М.І., Благодаренко Л.Ю., Січкарь Т.Г. Мультидисциплінарний підхід як головна умова ефективної реалізації сучасної моделі природничо-наукової освіти в Україні. *Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серія педагогічна*. Вип. 29. 2023. С. 52–55.
16. Шут М.І., Благодаренко Л.Ю., Січкарь Т.Г. Першочергові цілі та завдання на шляху реалізації інтегративної моделі природничо-наукової та технічної освіти. *Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серія педагогічна*. Вип. 28. 2022. С. 32–35.

Yurii HALATIUK¹, Mykhailo HALATIUK²,
Taras HALATIUK³

^{1,2}Rivne State University for the Humanities

³Gymnasium № 6, Rivne

METHODOLOGICAL PRINCIPLES OF TEACHING PHYSICS IN THE CONTEXT OF IMPLEMENTING STEM-EDUCATION AND NUSH CONCEPTS

Abstract. The article examines the methodological principles of teaching physics in the context of implementing STEM education and NUSH concepts. It is shown that the relevance of STEM education in the context of the NUSH concept is determined by transdisciplinary, which is a necessary condition for the formation of key competencies (integrated characteristics) of the student.

Transdisciplinary is the highest level of interdisciplinary integration, the ascent to which occurs gradually. At the same time, the subject level is initial and extremely important for the organization of integrated learning. The interdisciplinary approach to the organization of the educational process in the context of studying physics is based on the following integration trajectories: informational-content, operational-activity and methodological.

The methodological basis for the implementation of STEM education in the study of natural sciences is the modeling of educational and cognitive activity and its organization based on the use of active learning methods: research and project. The methodology of educational and cognitive activity in the context of STEM education is based on the category of an educational project and the trinity of its phases: the design phase, the technological phase, the reflection phase. The implementation of research and project methods in the conditions of the classroom-lesson form of education involves an effective combination of classroom and extracurricular educational and cognitive activity.

Key words: the concept of the National Science and Technology University, STEM education, interdisciplinary integration, active learning methods, educational and cognitive activity, project-based learning technology.

References:

1. Atamanchuk P.S. Upravlinnia protsesom navchalnoi diialnosti. Kamianets-Podilskyi: Kamianets-Podilskyi derzhavnyi pedahohichnyi instytut, 1997. 136 s.
2. Atanov H.O. Teoriia diialnisnoho navchannia: navchalnyi posibnyk. Kyiv: Kondor, 2007. 186 s.
3. Voitovych O.P., Halatiuk Yu.M., Lyko D.V. Vykorystannia mizhpredmetnykh zviazkiv pryrodnychkh predmetiv dlia rozvytku tvorchykh zdibnostei uchniv: monohrafiia. Rivne: RDHU, 2011. 224 s.
4. Halatiuk T.Yu., Halatiuk M.Yu., Halatiuk Yu.M. Realizatsiia diialnisnoho pidkhu do navchannia fizyky u Novii ukrainskii shkoli. *Zbirnyk naukovykh prats Kamianets-Podilskoho natsionalnoho universytetu imeni Ivana Ohienka. Seriiia pedahohichna*. Vyp. 30. 2024. S. 43–47.
5. Halatiuk Yu.M., Halatiuk T.Yu. Metodolohichniy komponent piznavalnoi diialnosti u navchanni fizyky v Novii ukrainskii shkoli. *Zbirnyk naukovykh prats Kamianets-Podilskoho natsionalnoho universytetu imeni Ivana Ohienka. Seriiia pedahohichna*. 2022. Vyp. 28. S. 102–105.
6. Zasiiekina T.M. Intehratsiia v shkilnii pryrodnychii osviti: teoriia i praktyka: monohrafiia. Kyiv: Pedahohichna dumka, 2020. 400 s.
7. Kontseptsiiia rozvytku pryrodnycho-matematychnoi osvity (STEM-osvity). Ministerstvo osvity i nauky Ukrainy: veb-sait. URL: <https://mon.gov.ua/static-objects/mon/sites/1/gromadske-obgovorennya/2020/05/15/rozvitku-prirodnicho-matematichnoi-osviti.docx>

8. Kukh A.M., Kukh O.M. Svitohliadno-tsinnisni aspekty STEM-osvity. *Zbirnyk naukovykh prats Kamianets-Podilskoho natsionalnoho universytetu imeni Ivana Ohienka. Seriya pedahohichna*. Vyp. 29. 2023. S. 118–123.
9. Liashenko O.I. Vzaïmozv'язok teoretychnoho ta empyrychnoho v navchanni fizyky: dys.... d-ra ped. nauk: 13.00.04, 13.00.02 / APN Ukrainy. Kyiv, 1996. 442 s.
10. Herr D.J.C., Akbar B., Brummet J., Flores S., Gordon A., Gray B., Murday J. Convergence education – an international perspective. *Journal of Nanoparticle Research*. 2019. No. 21, 229. URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11051-019-4638-7#Sec3>
11. Nova ukrainska shkola. Ministerstvo osvity i nauky Ukrainy: veb-sait. URL: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/nova-ukrainska-shkola-compressed.pdf>
12. Nicolescu B. Transdisciplinarity – Theory and Practice. Hampton Press, Cresskill, NJ, USA, 2008. 320 p.
13. Opachko M.V. Dydaktychni menedzhment u metodych-nii pidhotovtsi suchasnoho vchytelia fizyky: monohrafiia. Uzhhorod: TOV “RIK-U”, 2017. 350 s.
14. Svit innovatsiinykh mozhlyvostei: aktualni pytannia rozvytku STEM-osvity: kolektyvna monohrafiia / za zah. red. O.Ye. Stryzhaka, Yu.I. Zavalevskoho. Kyiv, 2023. 254 s.
15. Shut M.I., Blahodarenko L.Yu., Sichkar T.H. Multy-dystsyplinarnyi pidkhid yak holovna umova efektyvnoi realizatsii suchasnoi modeli pryrodnycho-naukovoï osvity v Ukraini. *Zbirnyk naukovykh prats Kamianets-Podilskoho natsionalnoho universytetu imeni Ivana Ohienka. Seriya pedahohichna*. Vyp. 29. 2023. S. 52–55.
16. Shut M.I., Blahodarenko L.Yu., Sichkar T.H. Persho-cherhovi tsili ta zavdannia na shliakhu realizatsii inteh-ratyvnoi modeli pryrodnycho-naukovoï ta tekhnichnoi osvity. *Zbirnyk naukovykh prats Kamianets-Podilskoho natsionalnoho universytetu imeni Ivana Ohienka. Seriya pedahohichna*. Vyp. 28. 2022. S. 32–35.

Отримано: 2.11.2025

УДК378.018.8

DOI: 10.32626/2307-4507.2025-31.122-126

Валентина ДАРМОСЮК¹, Альона ДИНИЧ², Олексій ЗЕЛЕНСЬКИЙ³, Юрій СМОРЖЕВСЬКИЙ⁴¹Чорноморський національний університет імені Петра Могили²ТОВ “Фаховий передвищий коледж Оптіма Україна”, м. Київ^{3,4}Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнкаe-mail: ¹darmosiuk@gmail.com, ²alona.dynych@gmail.com, ³zelenskyi@kpnpu.edu.ua, ⁴smorzhevskiy@kpnpu.edu.ua;
ORCID: ¹0000-0003-3275-8249, ²0000-0003-4592-5843, ³0000-0002-4969-0132, ⁴0000-0001-9832-3390

УЧНЕЦЕНТРИЧНА МАН-РОБОТА: ВІД ЦІКАВОЇ ТЕМИ ДО ВІДТВОРЮВАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ (НА ПРИКЛАДАХ КОМБІНАТОРИКИ Й ТЕОРІЇ ГРАФІВ)

Анотація. У статті обґрунтовано учнецентричний підхід до підготовки МАН-робіт з математики, який поєднує правильний вибір теми з доведенням результатів до відтворюваного стану. Запропоновано чіткі критерії добору теми (розумілість для учня, можливість алгоритмізації, візуалізованість, досяжна наукова новизна, практична застосовність) і продемонстровано, як перетворити їх на покрокову дослідницьку траєкторію: від постановки задачі та компактного огляду літератури до прототипування коду, обчислювальних експериментів, інтерпретації та підготовки рукопису й захисту. Окремий акцент зроблено на типах новизни, реалістичних для рівня МАН: побудова нових каталогів і меж для малих параметрів, алгоритмічні покращення та валідація відомих гіпотез на нових діапазонах, причому всі кроки супроводжуються прозорими метриками успіху.

З урахуванням проаналізованих робіт запропоновано мінімальний стандарт відтворюваності саме для математичної МАН-роботи: однозначні означення й позначення; чітко виписані припущення, твердження та межі застосовності; наведені приклади/контрприкладі; таблиці з параметрами перевірок і короткий опис процедури перевірки коректності обчислень і побудов (які кроки виконано, за якими критеріями зупинялись, як здійснювались підрахунок). Візуалізації виконують доказову, а не декоративну функцію: «ключова фігура» має самодостатній підпис і може бути відтворена за описаною послідовністю кроків (схеми перших (других) околиць у графах; карти покриття пар у лотерейних задачах; порівняльні діаграми між простим підрахунком і вдосконаленою побудовою). Додано коротку оцінювальну рубрику для учня, керівника й журі, що фокусує увагу на актуальності, новизні, коректності доведень/побудов, відтворюваності та якості ілюстрацій. Підхід ілюструється двома репрезентативними кейсами з дискретної математики. Перший – «гіпотеза Сеймура (задача другої околиці)»: на основі властивостей можливих контрприкладів (щільність, діаметр ≥ 3 , штрафна функція, еквівалентність вершинно-зваженої версії) показано, як звужити простір пошуку, формалізувати умови відсікання можливих контрприкладів і побудувати наочні візуалізації околиць. Другий – «комбінаторні покриття для лотерей»: продемонстровано алгоритмічне конструювання накриттів і узгодження верхніх та нижніх меж (зокрема, на реалістичних параметрах наприклад 6-із-36), що дає змогу строго обґрунтовувати оптимальні рішення та перевіряти їх валідаторами. Обидва приклади показують, як досягти балансу між доступністю й науковою новизною, забезпечити відтворюваність і підготувати результати до фахових публікацій та успішного захисту.

Ключові слова: МАН, учнецентричність, комбінаторика, теорія графів, наукова новизна, відтворюваність, візуалізація, наукове письмо, покривні дизайни.

Вступ. Конкурс-захист МАН України формує в старшокласників дослідницьке мислення, академічну культуру та навички наукової комунікації. Водночас значна частина робіт із математики страждає від невідлого вибору тем: надто абстрактні напрями усклад-

нюють розуміння та звужують простір для власного внеску. Українські методичні публікації наголошують на потребі логічної структури, чіткості формулювань, релевантного огляду літератури та прозорості демонстрації результатів [2]. Класичні орієнтири науко-

вого й математичного письма підсилюють ці вимоги, підкреслюючи ясність аргументації, послідовність побудови рукопису та якість візуалізацій [5].

Дві успішні учнівські роботи демонструють, як близька учневі тема може еволюціонувати у фахові публікації зі справжньою новизною та відтворюваними результатами. У науковій роботі МАН Іллі Наливайка, присвяченій гіпотезі Сеймура (задача другої околиці), одержано нові наукові результати: якщо існує хоча б один контрприклад до гіпотези, то існує безліч сильно зв'язаних контрприкладів довільної густини та з будь-яким діаметром не менше 3; отже, досить розв'язати випадок діаметра 3. У прикладній комбінаториці сформульовано й розв'язано задачі покриття для лотерей: побудовано оптимальні/поліпшені накриття та отримано строгі нижні й верхні межі для конкретних параметрів, причому всі конструкції піддаються автоматичній перевірці валідаторами [1]. Обидва сюжети зрозумілі за змістом, алгоритмізуються та добре візуалізуються, тому є зручними носіями для учнівської новизни.

Проблема полягає у розриві між цікавою ідеєю та формально підтвердженою новизною, яку може повторити незалежний читач. У практиці захистів це виявляється як компілятивні огляди без власного внеску, тексти без чіткої метрики успіху, відсутність коду/даних/логів запусків і рисунки як декор, а не частина доказовості [2]. Потрібен підхід, що з'єднує близькість теми до досвіду учня, можливість алгоритмізації, якісну візуалізацію та досягну наукову новизну.

Мета статті – запропонувати учнецентричну рамку підготовки якісної МАН-роботи з математики, яка поєднує зрозумілу постановку, відтворювані обчислення та публікаційну придатність. Ми формулюємо критерії вибору теми (зрозумілість, алгоритмізація, візуалізованість, новизна, застосування) з опорою на українські джерела та міжнародні настанови з наукового викладу; пропонуємо мінімальний стандарт відтворюваності (структура репозиторію, контроль випадковості, логи запусків, опис середовища) і трактуємо «ключову фігуру» як елемент доказовості, а не ілюстративний додаток [5, 9]. Запропоновані принципи конкретизуємо на двох кейсах: гіпотеза Сеймура (структурні редукції, густина, діаметр) та комбінаторні покриття для лотерей (оптимальні/поліпшені конструкції й межі).

Очікуваним результатом є практичний набір інструментів для учня й керівника: чек-лист вибору теми й типів досяжної новизни, шаблон репозиторію коду з інструкціями для відтворення, вимоги до фігур і коротка публікаційна стратегія. Такий підхід узгоджує українські вимоги МАН із міжнародними стандартами комунікації результатів і підсилює шанси роботи

Методика підготовки якісної МАН-роботи з математики спирається на просту, але вимогливу ідею: тема має бути настільки зрозумілою учневі, щоб її можна було переформулювати «своїми словами», перетворити на точну дослідницьку задачу з вимірюваною метрикою успіху, реалізувати в коді та пояснити за допомогою однієї-двох «ключових фігур». У практиці це означає послідовність кроків: від короткої мотивації – до формальної постановки, від прототипів алгоритмів – до відтворюваних результатів і придатного до публікації рукопису. Українські джерела про

роботу МАН підкреслюють потребу логічної структури, чіткості формулювань і коректної роботи з літературою; їх доцільно брати за рамку для «скелета» роботи (вступ, огляд, постановка, методика, результати, висновки). Класичні поради з наукового письма допомагають уникнути «розмитих» абзаців та нечитабельних рисунків і підштовхують до чіткої аргументації, мінімалізму й прозорості викладу.

Критерії вибору теми працюють як фільтр у визначеній послідовності. Спершу – зрозумілість: учень повинен уміти сформулювати «що я досліджую і як дізнаюся, що досяг прогресу» без спеціальної нотації. Далі – алгоритмізація: чи існує перебір, евристика або модель, яку реально запрограмувати за 1–3 тижні навчального темпу. Далі – візуалізація: чи можна зробити «ключову фігуру», яка передає головну ідею та підсумковий висновок (у дискретній математиці це зазвичай схеми околиць, каталоги малих об'єктів, теплокарти покриттів). Наступний критерій – досяжна новизна: що саме буде новим – нові каталоги (межі) для малих параметрів, покращений алгоритм, підтвердження відомої гіпотези на новому діапазоні.

Завершує фільтрацію практична застосовність: чи має тема «живе» читання (наприклад, лотереї, мережі, розклади), що підсилює мотивацію учня та аудиторії. Показовими є дві МАН-роботи, які переросли у фахові публікації: у дослідженні гіпотези Сеймура структурні редукції звужують простір пошуку контрприкладів і наочно подаються через схеми перших (других) околиць; у задачах про комбінаторні покриття для лотерей метрика успіху – мінімальна кількість білетів – чітко вимірюється, перевіряється валідатором і узагальнюється в таблицях та підсумкових графіках [1].

На рівні методики важливо від початку закладати відтворюваність математичних результатів. Для цього слід уніфікувати означення та позначення; чітко формулювати припущення, леми, теореми й наслідки та наводити завершені докази або точні посилання; описувати побудови крок за кроком так, щоб незалежний читач міг повторити конструкції й підрахунки. Доречно додавати контрольні приклади й контрприкладів на малих параметрах, таблиці перевірених випадків і короткі протоколи верифікації (подвійний підрахунок, інваріанти, оцінки зверху (знизу), еквівалентні формулювання). Варто фіксувати логіку розгалужень у доказах (case-by-case), позначати необхідні й достатні умови, а «ключову фігуру» подавати як частину доказу з правилами її відтворення за означеннями. Якщо залучаються обчислювальні перевірки, стисло пояснити математичну ідею, перелік параметрів і критерії зупинки, а результати подати у вигляді таблиць і коротких пояснень. Така організація робить висновки простежуваними від формулювання до доказу та ілюстрацій і відповідає сучасним уявленням про відтворюваність досліджень [10].

Алгоритмічна складова (якщо її залучають) має виконувати допоміжну роль: допомогти учневі побачити закономірність, сформулювати або попередньо перевірити гіпотезу. Вона не є обов'язковою і не замінює математичного змісту. Базовий принцип – починати з найпростішого коректного підходу до міркувань, який за потреби можна поступово деталізувати.

Для дослідження гіпотези Сеймура доцільно почати з чітких означень $N^+(v)$ та $N^{++}(v)$, невеликих пока-

зових прикладів орграфів без циклів довжини два і лем про першу та другу околиці та діаметр; далі – описати більш складні конструкторії наприклад, багаторівневі граfi і обґрунтувати критерії відсікання потенційних контрприкладів. Для комбінаторних покриттів у лотерейних моделях природно поєднати конструктивні верхні межі із нижніми межами через подвійний підрахунок або інваріанти; на реалістичних параметрах (типу 6-із-36) бажано звести обидві оцінки до рівності або вузького проміжку.

Усі кроки варто супроводжувати лаконічними математичними ілюстраціями: для графів – схемами перших/других околиць і зразками побудов; для лотерей – таблицями інцидентностей або компактними підсумковими діаграмами. Візуалізації мають відповідати правилам: достатній контраст, зрозумілі підписи й масштаби, читабельний шрифт, самодостатній підпис під рисунком. Якщо використовувалась обчислювальна підтримка, досить стисло описати математичну процедуру перевірки (що саме перераховували, які параметри й критерії зупинки)

Окремо слід формалізувати особистий внесок. У тексті прямо й стисло зазначайте, що саме зробив учень: розширив діапазон перевірок з $n \leq n_0$ до $n \leq n_1$; запропонував евристику, що зменшила кількість блоків; побудував новий каталог або довів відсутність контрприкладів у визначеному класі. Такий підхід узгоджується з українськими методичними вимогами та традиціями наукового письма, де авторство окреслюється через чітко описані дії й отримані результати. Розглянуті МАН-кейси це добре ілюструють: у першому – структурні наслідки для потенційних контрприкладів (густина, діаметр), у другому – оптимальні чи покращені значення $F(n, k)$ на практично важливих параметрах [1].

Нарешті, слід заздалегідь думати про публікаційну придатність. Добре написана МАН-робота не конфліктує з форматом фахового збірника: текст стислий, абзаци змістовні, рисунки відтворювані, є коротка англomовна анотація та акуратна бібліографія. Наявність фахових публікацій або поданих тез за мотивами роботи – сильний плюс на захисті, бо відображає зовнішню рецензію новизни та методики [1]. У підсумку методика зводиться до практичного набору правил: обирати теми, що «резонують» з досвідом учня; формулювати чіткі метрики; будувати найпростіші коректні алгоритми; забезпечувати повну відтворюваність; показувати ідеї через одну «ключову фігуру»; лаконічно фіксувати особистий внесок і підтримувати стиль наукового письма. Такий підхід узгоджує українські вимоги МАН із міжнародними стандартами дослідницької комунікації і робить результат не лише переконливим на захисті, а й придатним для ширшого наукового обігу на успіх завдяки верифікації новизни, відтворюваності та якості оформлення.

Розглянемо реалізації підходу в дискретній математиці, як учнецентричний підхід працює на двох репрезентативних сюжетах із дискретної математики. Обидва приклади побудовані так, щоб учень розумів постановку «своїми словами», мав прозору метрику успіху, міг реалізувати базові алгоритми та показати результат через одну «ключову фігуру». Ми зосереджуємося не лише на ідеях, а й на відтворюваності: уніфіковані означення й позначення, повні формулювання при-

пущень і тверджень, покрокові побудови та підрахунки, а також таблиці перевірених випадків і правила верифікації мають дати незалежному читачеві змогу отримати ті самі твердження, оцінки й числові підсумки [10].

Перший сюжет пов'язаний із задачею «другої околиці» у направлених графах (гіпотеза Сеймура). У заданому орграфі без -циклів довжини два, для вершини v позначимо через $N^-(v)$ множину її перших вихідних сусідів, а через $N^+(v)$ – других. Гіпотеза Сеймура стверджує, що існує вершина із $|N^+(v)| \geq |N^-(v)|$. Навіть якщо залишити саму гіпотезу відкритою, для учнівського проекту достатньо чітко сформулювати вимірювану мету: звузати простір пошуку можливих контрприкладів і відтворити ключові структурні наслідки. У фаховій нотатці показано, що яки контрприклад існував, то можна побудувати сильно зв'язні контрприклади довільної густини та будь-якого діаметра ≥ 3 ; отже, доведення випадку діаметра 3 мало б вирішальний характер для всього твердження [11]. Для шкільного рівня це зручно, бо дозволяє сфокусувати експерименти на скінченній меті: генерувати маленькі сімейства орграфів, перевіряти відсутність 2-циклів, рахувати $N^-(v)$ і $N^+(v)$ та обчислювати діаметр пошуком у ширину. Далі доречно вводити керовані параметри побудови, які варіюють густину, і прості критерії «відсікання» кандидатів на кшталт штрафної функції. «Ключова фігура» для цього сюжету – пара рисунків: схематичні перші/другі околиці та крива залежності густини від параметра побудови; обидва рисунки генеруються з коду і супроводжуються самодостатніми підписами.

Другий сюжет – комбінаторні покриття для задач про лотереї. Формально, для n чисел і білета з 6 числами шукається мінімальна кількість білетів $F(n, k)$, щоб за випадання k кульок хоча б в одному білеті було не менше двох збігів. Проблема має природну метрику та прикладне читання (ігрові системи, тестове покриття), добре алгоритмізується і легко валідується. У фаховій публікації, що виросла з учнівського дослідження, показано, зокрема, що $i(36, 2) = 42$ через точний підрахунок пар і явну конструкцію покриття, а також доведено $F(36, 6) = 9$ шляхом узгодження верхніх меж, отриманих конструкціями, з нижніми межами комбінаторного характеру [1]. Для учнівського проекту достатньо почати з жадібного наближення до задачі розбиття на множини (set cover), додати прості локальні перестановки, забезпечити валідатор покриттів і вимірювати прогрес кількістю покритих пар. «Ключова фігура» тут – карта покриття всіх пар і графік накопичення покритих пар у процесі додавання білетів; обидві фігури також будуються скриптами з репозиторію.

Обидва кейси підкреслюють спільні риси якісної МАН-роботи. Постановка подається стисло і без надлишкової нотатції; метрика успіху вказана наперед і є перевірюваною; алгоритмічна частина стартує з найпростішого коректного рішення, яке можна поступово ускладнювати; фігури мають доказову роль і відтворюються з коду; усі артефакти зберігаються так, щоб інший читач міг повторити результати. Внутрішня логіка цих прикладів узгоджується з українськими методичними настановами щодо дослідницьких робіт і з міжнародними рекомендаціями з наукового письма, структурованості та відтворюваності.

Порівняння сюжетів виявляє корисний для учня компроміс між доступністю та новизною. У задачі

другої околиці новизна має радше структурний характер (редукції, властивості потенційних контрприкладів), але навіть невеликі обчислювальні експерименти з параметрами дають зрозумілий внесок і матеріал для фігур. У лотерейних покриттях новизна виражається в точних межах і конструкціях; тут важливо чітко фіксувати нижні оцінки та перевіряти покриття валідатором, аби уникнути помилок на етапі узагальнення. В обох випадках мінімальний пакет відтворюваності робить результати переконливішими на захисті і полегшує перехід до фахових публікацій [1], [11].

Нарешті, обидва приклади показують, як планувати роботу «від кінця»: спершу продумати, яку одну-дві фігури ми хочемо побачити у фінальному тексті; від цієї мети відмотати назад алгоритми, дані й експерименти; зафіксувати обчислювальне середовище та початкове значення генератора псевдовипадкових чисел (seed); прописати інструкції для запуску; лише після цього розширювати діапазони параметрів. Така дисципліна економить час, знижує ризик методичних помилок і підвищує зрозумілість для читача та журі. Перехід до наступного розділу логічний: зібрані принципи переведемо в робочий формат підготовки матеріалів до захисту та подання у фаховий збірник.

Розглянемо підготовку до захисту і публікаційну придатність. Фінальний етап МАН-проекту варто планувати як оформлення результатів у три взаємопов'язані продукти: рукопис, «ключові» ілюстрації та мінімальний набір артефактів відтворюваності. Рукопис має тримати просту логіку: стислий мотив і постановка, короткий огляд релевантних робіт, методика й обчислювальні налаштування, результати з інтерпретацією, висновки з межами застосовності. Добре працює стиль «прозорого абзацу», коли кожен абзац відкривається твердженням і закривається перевірим висновком; це збігається з порадами з наукового письма і робить текст читабельним для журі.

Ілюстрації мають виконувати доказову роль. Перед захистом корисно ще раз переглянути «ключову фігуру»: чи можна зчитати головний висновок без звернення до тексту; чи є шкали, підписи осей, легенда; чи повторюється її побудова з прикладених скриптів. Якщо в роботі є експерименти, доцільно додати одну фігуру, що демонструє стабільність результатів (наприклад, залежність від параметрів алгоритму), та одну, що пояснює механіку побудов (схеми перших/других околиць у гіпотезі Сеймура або карта покриття пар у лотерейних моделях) [1].

Передзахисна вчитка має зняти типові ризики: розмиті визначення, невизначені позначення, змішані одиниці виміру на фігурах, відсутність посилань у місцях, де цитуються відомі факти, і твердження без коротких доказів або посилань. Окремо варто вирівняти бібліографію (єдині правила транслітерації (перекладу) назв журналів, послідовність полів, однакові лапки й тире). Українські методичні джерела радять не перевантажувати огляд літератури й чітко маркувати власний внесок; це зменшує ризик сприйняття роботи як компілятивної.

Усна доповідь має послідовно повторювати рукопис, але ще простішими словами. Корисно мати запасний слайд із чорною схемою алгоритму та коротким переліком перевірок коректності. Запитання журі зазвичай стосуються меж застосовності, чутливості до

параметрів, коректності підрахунків і можливих узагальнень; на всі чотири блоки варто мати по одному чіткому реченню-відповіді з посиланням на фігуру або файл у пакеті відтворюваності. Якщо у роботі є результати, що перетинаються з відомими публікаціями, – відразу назвати, що саме взято як базу, а що додано автором, уникаючи двозначностей.

Публікаційна придатність формується ще до захисту. Для тез достатньо стислої постановки, головного результату і посилання на відкритий репозиторій; для статті – повного опису експериментів і фігур, що генеруються скриптами. Досвід двох кейсів показує, що акуратний шкільний проект із прозорою метрикою та валідаторами можна без великих переробок адаптувати до фахових збірників: у задачі другої околиці – це структурні наслідки щодо потенційних контрприкладів, у лотерейних покриттях – точні межі й конструкції на реальних параметрах [1]. Наявність таких публікацій підсилює шанси на успіх завдяки зовнішній перевірці новизни, методики і якості подачі.

Етичні моменти варто проговорювати прямо. У тексті доцільно коротко подякувати консультантам і назвати джерела ідей, які були важливими для старту. Важливо відрізнити «натхнення» від «запозичення» та не дублювати фрагменти чужих публікацій без перефразування і точного посилання. Така прозорість відповідає і українській, і міжнародній культурі наукового викладу.

На завершення корисно скласти короткий внутрішній чек-лист: чи зрозуміло сформульована мета і метрика; чи видно особистий внесок; чи вся бібліографія уніфікована. Якщо на всі питання можна відповісти «так», робота готова і до захисту, і до відправлення у профільний збірник. У такому вигляді учнівський проект читається без бар'єрів, витримує запитання журі і має шанс залишити по собі не лише диплом, а й корисний для інших артефакт – публікацію або набір відкритих матеріалів.

Висновки. Запропоновано практичну учнецентричну концепцію підготовки МАН-робіт з математики: близька для учня тема, чітка метрика успіху, коректні алгоритми, доказові візуалізації та мінімальний пакет відтворюваності.

Два кейси – гіпотеза Сеймура і комбінаторні покриття для лотерей – показали, як поєднати доступність сюжету з реальною новизною та перевірюваними результатами, придатними до публікації.

Планування публікаційної придатності з перших кроків (структура тексту, «ключові фігури», наукова новизна) підсилює якість захисту і збільшує шанси на перемогу.

Список використаних джерел:

1. Динич А.Ю., Зеленський О.В., Дармосюк В.М., Фенцур М.В., Стремедловський П.С. Комбінаторний аналіз лотерей. *Математичне та комп'ютерне моделювання. Серія: Фізико-математичні науки*. 2023. Вип. 24. С. 64–69.
2. Литвинова С.Г. Використання систем комп'ютерного моделювання для проектування дослідницьких завдань з математики. *Фізико-математична освіта*. 2018. Вип. 1(15). С. 83–89.
3. Пихтар М.П. Поетапні дії з формування математичної та дослідницької культури школярів у рамках

- Малої академії наук. *Математика в школі*. 2009. № 9. С. 30–33.
4. Тихенко Л. Методика формування творчих здібностей старшокласників у процесі пошуково-дослідницької діяльності в МАН України. *Рідна школа*. 2010. № 10. С. 33–36.
 5. Gopen G.D., Swan J.A. The Science of Scientific Writing. *American Scientist*. 1990. 78(6). 550–558.
 6. Halmos P.R. How to Write Mathematics. *L'Enseignement Mathématique*. 1970. 16(2). 123–152.
 7. Krantz S.G. How to Write Your First Paper. *Notices of the American Mathematical Society*. 2007. 54(11). 1507–1511.
 8. Mensh B., Kording K. Ten Simple Rules for Structuring Papers. *PLOS Computational Biology*. 2017. 13(9).
 9. Rougier N.P., Droettboom M., Bourne P.E. Ten Simple Rules for Better Figures. *PLOS Computational Biology*. 2014. 10(9).
 10. Sandve G.K., Nekrutenko A., Taylor J., Hovig E. Ten Simple Rules for Reproducible Computational Research. *PLOS Computational Biology*. 2013. 9(10).
 11. Zelenskiy O., Darmosiuk V., Nalivayko I. A Note on Possible Density and Diameter of Counterexamples to the Seymour's Second Neighborhood Conjecture. *Opuscula Mathematica*. 2021. 41(4). 601–605.

Valentyna DARMOSIUK¹, Aliona DYNICH²,
Oleksii ZELENSKIY³, Yuri SMORZHEVSKY³

¹Petro Mohyla Black Sea National University
«Optima professional college», Kyiv

³Kamianets-Podilskyi Ivan Ohienko National University

STUDENT-CENTERED JUNIOR ACADEMY OF SCIENCES (MAN) PROJECT: FROM AN ENGAGING TOPIC TO REPRODUCIBLE RESULTS (EXAMPLES FROM COMBINATORICS AND GRAPH THEORY)

Abstract. Student-centered approach to preparing Junior Academy of Sciences (MAN) projects in mathematics is substantiated, combining sound topic selection with bringing results to a reproducible state.

The paper proposes explicit topic-selection criteria (student comprehensibility, amenability to algorithmic treatment, visualizability, attainable scholarly novelty, practical relevance) and shows how to turn them into a step-by-step research trajectory – from problem formulation and a concise literature review to prototype implementations, computational checks, interpretation, manuscript preparation, and defense. Special emphasis is placed on types of novelty realistic for MAN level: constructing new catalogs and bounds for small parameters, improving algorithms, and validating known hypotheses on new parameter ranges, with all steps accompanied by transparent success metrics.

Building on analyzed works, a minimal reproducibility standard is outlined for mathematical MAN projects: unambiguous definitions and notation; explicit assumptions, statements, and scope; illustrative examples/counterexamples; tables documenting test parameters; and a brief description of verification procedures (which steps were executed, stopping criteria, and counting methods). Visualizations are treated as evidence rather than decoration: a “key figure” carries a self-contained caption and can be reproduced by the stated sequence of steps (e.g., diagrams of first/second neighborhoods

in graphs; coverage maps of pairs in lottery problems; comparative plots contrasting naïve enumeration with improved constructions). A concise assessment rubric for students, supervisors, and juries keeps attention on relevance, novelty, correctness of arguments/constructions, reproducibility, and figure quality.

The approach is illustrated by two representative cases in discrete mathematics. First, Seymour's Second Neighborhood Conjecture: using properties of potential counterexamples (density, diameter ≥ 3 , penalty-function filters, and the vertex-weighted equivalence) to narrow the search space, formalize pruning conditions, and build informative neighborhood diagrams. Second, combinatorial coverings for lottery problems: demonstrating algorithmic construction of coverings and the alignment of upper and lower bounds (including realistic parameters such as 6-out-of-36), enabling rigorous justification of optimal solutions and independent verification. Both cases show how to balance accessibility with scholarly novelty, ensure reproducibility, and prepare results for peer-reviewed publication and a successful defense.

Key words: Junior Academy of Sciences, student-centered, combinatorics, graph theory, scientific novelty, reproducibility, visualization, scientific writing, covering designs.

References:

1. Dynych A.Yu., Zelenskiy O.V., Darmosiuk V.M., Fentsur M.V., Stremedlovskiy P.S. Kombinatornyi analiz loterei. *Matematychnye ta kompiuternye modelivannia. Seriya: Fizyko-matematychni nauky*. 2023. Vyp. 24. S. 64–69.
2. Lytvynova S.H. Vykorystannia system kompiuternoho modelivannia dlia proektuvannia doslidnytskykh zavdan z matematyky. *Fizyko-matematychna osvita*. 2018. Vyp. 1(15). S. 83–89.
3. Pykhtar M.P. Poetapni dii z formuvannia matematychnoi ta doslidnytskoi kultury shkoliariv u ramkakh Maloi akademii nauk. *Matematyka v shkoli*. 2009. No. 9. S. 30–33.
4. Tykhenko L. Metodyka formuvannia tvorchykh zdibnostei starshoklasnykiv u protsesi poshukovo-doslidnytskoi diialnosti v MAN Ukrainy. *Ridna shkola*. 2010. No. 10. S. 33–36.
5. Gopen G. D., Swan J.A. The Science of Scientific Writing. *American Scientist*. 1990. 78(6). 550–558.
6. Halmos P.R. How to Write Mathematics. *L'Enseignement Mathématique*. 1970. 16(2). 123–152.
7. Krantz S. G. How to Write Your First Paper. *Notices of the American Mathematical Society*. 2007. 54(11). 1507–1511.
8. Mensh B., Kording K. Ten Simple Rules for Structuring Papers. *PLOS Computational Biology*. 2017. 13(9).
9. Rougier N. P., Droettboom M., Bourne P.E. Ten Simple Rules for Better Figures. *PLOS Computational Biology*. 2014. 10(9).
10. Sandve G.K., Nekrutenko A., Taylor J., Hovig E. Ten Simple Rules for Reproducible Computational Research. *PLOS Computational Biology*. 2013. 9(10).
11. Zelenskiy O., Darmosiuk V., Nalivayko I. A Note on Possible Density and Diameter of Counterexamples to the Seymour's Second Neighborhood Conjecture. *Opuscula Mathematica*. 2021. 41(4). 601–605.

Отримано: 14.11.2025

Оксана КОЗАРЬ¹, Магдаліна ОПАЧКО², Юрій БРОДОВИЧ³^{1,3}Мукачівський державний університет²Державний вищий навчальний заклад «Ужгородський національний університет»e-mail: ¹okozar68@gmail.com, ²magdaopachko@gmail.com, ³new.mdu.mukachevo@gmail.com;ORCID: ¹0000-0001-6649-1699, ²0000-0003-0494-6883, ³0009-0005-6458-3553**ФОРМУВАННЯ ПРОФЕСІЙНИХ ЯКОСТЕЙ МАЙБУТНЬОГО ВЧИТЕЛЯ
ПРИРОДНИЧИХ ДИСЦИПЛІН В УМОВАХ STEM-СЕРЕДОВИЩА**

Анотація. У статті розглянуто STEM-середовище як чинник професійного становлення майбутніх учителів природничих дисциплін. Виявлено, що сучасна трансформація педагогічної освіти від предметно-орієнтованої до компетентнісної моделі зумовлює потребу у переосмисленні ролі вчителя: від транслятора знань – до фасилітатора смислів та творця освітнього простору. Мета дослідження полягає у виявленні потенціалу STEM-середовища як простору формування педагогічної ідентичності, окресленні його структурних компонентів, освітніх інструментів та механізмів впливу на професійне зростання майбутнього педагога.

Запропоновано аналітичну модель формування професійних якостей майбутнього STEM-педагога. Результати дослідження засвідчують, що STEM-середовище виступає каталізатором розвитку когнітивних, методологічних, особистісних та соціальних якостей майбутнього педагога, сприяє формуванню інженерної культури мислення, міждисциплінарних компетентностей, готовності до інноваційної діяльності та професійного самовизначення. Практична апробація моделі здійснена на прикладі використання цифрової лабораторії PhET у підготовці вчителя біології.

Перспективи подальших досліджень пов'язані із створенням цілісної освітньої технології для підготовки педагогів природничих дисциплін з урахуванням можливостей STEM-середовища, а також розробкою методичних рекомендацій для викладачів закладів вищої освіти.

Ключові слова: STEM-середовище, професійне становлення, майбутній учитель, природничі дисципліни, аналітична модель, педагогічна ідентичність, інженерна культура мислення, міждисциплінарні компетентності.

Постановка проблеми. У сучасному освітньому просторі відбувається суттєва трансформація підходів до підготовки педагогів, зумовлена переходом від предметно-орієнтованої до мультидисциплінарної, компетентнісної моделі навчання. Одним із ключових векторів цієї трансформації є впровадження STEM-підходу, який інтегрує науку, технології, інженерію та математику в єдине освітнє середовище, орієнтоване на розвиток критичного мислення, дослідницьких навичок і здатності до міждисциплінарної взаємодії.

Для майбутніх учителів природничих дисциплін STEM-середовище виступає не лише як платформа для засвоєння змісту, а як простір професійного становлення – формування педагогічної ідентичності, світоглядних орієнтирів, інженерної культури мислення та рефлексивної позиції. В умовах стрімкого розвитку технологій і зміни освітніх запитів суспільства, виникає потреба у переосмисленні ролі вчителя природничого циклу: від транслятора знань – до фасилітатора смислів, наставника і творця освітнього середовища.

Отже, трансформація ролі педагога природничих дисциплін не є лише сучасним викликом, а й предметом глибоких наукових розвідок. Як підкреслюють П. Атаманчук та В. Атаманчук, це вказує на «...необхідність вироблення методик і технологій управління процесами формування природничо-наукової компетентності та світогляду майбутніх фахівців в умовах реалізації принципів мультидисциплінарності та інтегративності сучасної STEM-освіти» [3, с. 587].

Таким чином, дослідження STEM-середовища як чинника професійного становлення майбутнього педагога природничих дисциплін є актуальним як у теоретичному, так і в практичному вимірах, оскільки воно дозволяє виявити нові моделі підготовки, інструменти розвитку професійних якостей і механізми інтеграції міждисциплінарного досвіду в педагогічну практику.

Аналіз досліджень і публікацій. Проведений аналіз наукових публікацій підтверджує актуальність

обраної теми дослідження та розкриває ключові аспекти ролі STEM-середовища у формуванні професійної компетентності майбутнього вчителя природничих наук. Насамперед варто вказати на наявність досліджень, в яких розкрито особливості STEM-освіти у контексті вивчення хімії [1], фізики [2], біології [4]; висвітлено аспекти впровадження STEM-освіти у процесі підготовки вчителів у країнах Сходу та Австралії [5], у США та Канаді [6].

Науковці однак стійкі в тому, що інтеграція є провідним принципом та необхідною умовою ефективного STEM-освіти. Сучасні наукові розробки підкреслюють, що інтеграція є провідним принципом STEM-освіти, оскільки сприяє формуванню нерозривно зв'язаної та єдиної системи знань [10]. Дослідниця Ю.Ю. Матвійчук (2021) з'ясувала, що ізолюваність викладання предметів та їх роз'єднаність не зможе забезпечити належний розвиток у напрямі комплексної природничо-математичної освіти. Дослідники (Гребінь С., 2025; Коваленко В. та ін., 2019) чітко підтверджують, що інтеграція змісту природничих знань є неодмінним (обов'язковим) складником STEM-освіти [7], [9].

Як дієвий засіб трансдисциплінарної інтеграції пропонується використання загальних законів та закономірностей природи (Гребінь С., 2025). Це корелює з ідеєю формування цілісної природничо-наукової картини світу та цілісного світогляду [7] та підтверджує необхідність здатності майбутнього вчителя до педагогічного синтезу та системного мислення.

Дослідження В. Коваленко, Н. Стець, В. Варгалюк (2019) [9] стверджує, що міждисциплінарний підхід виявляється у взаємодії між науками, коли поглиблене пізнання досягається лише при поєднанні зусиль окремих дисциплін. Такий підхід необхідний для формування STEM-компетентностей, що підтверджує тезу про підготовку вчителя нового типу – гнучкого, інноваційного.

STEM-середовище визнано інструментом для реалізації інтегрованого вивчення природничо-математичних дисциплін [10], що сприяє розвитку критично важливих професійних якостей. Сучасні дослідження підтверджують, що STEM-середовище розвиває професійні якості через діяльнісний (активний) та проблемний підходи, що вимагає рефлексивних та дослідницьких навичок. Варто зазначити, що сучасні потреби світової спільноти, викликані стрімким розвитком інформаційних мереж, нової енергетики, нанотехнологій та робототехніки, вимагають від фахівців використання комплексних знань із природничих наук, математики, інженерії та технологій. У зв'язку з цим, забезпечення підготовки висококваліфікованих винахідливих фахівців є головною перспективою для прогресивного розвитку науки та технологій. Питання впровадження та науково-методичного забезпечення STEM-освіти знаходиться у фокусі уваги Національної академії педагогічних наук України. Доповідь Т.М. Засекоїної (2025) висвітлює результати досліджень, проведених упродовж 2022-2024 рр. в межах Відділення загальної середньої освіти і цифровізації освітніх систем НАПН України. Аналізується стан, тенденції та проблеми впровадження STEM-освіти в гімназіях і ліцей, а також науково-методичне забезпечення та форми навчання обдарованої молоді в умовах STEM/STEAM-підходу. Це свідчить про системне вивчення механізмів розвитку особистості вчителя, що має реалізувати інноваційний підхід [8].

Отже, узагальнення результатів численних досліджень підтверджує, що STEM-середовище є ключовим чинником інтеграції природничих знань та формування професійних компетентностей майбутнього педагога. Водночас, попри значну увагу до проблеми інтеграції та методичного забезпечення STEM-освіти, недостатньо дослідженим залишається питання впливу STEM-середовища на формування професійних якостей майбутнього вчителя природничих дисциплін у контексті його педагогічної ідентичності. Саме ця проблема визначає актуальність нашого дослідження.

Мета дослідження полягала у виявленні потенціалу STEM-середовища як простору професійного становлення майбутнього педагога природничих дисциплін, окресленні його структурних компонентів, освітніх інструментів та механізмів впливу на формування педагогічної ідентичності.

Завдання дослідження конкретизують мету у покроковій програмі її досягнення і передбачають наступні дії:

1. Аналіз наукових підходів до розуміння STEM-середовища в контексті педагогічної освіти.
2. Визначення ключових професійних якостей, що формуються у майбутніх учителів природничих дисциплін в умовах STEM.
3. Характеристика освітніх інструментів STEM-середовища, які сприяють професійному становленню педагога.
4. Розробка аналітичної моделі взаємозв'язку між компонентами STEM-середовища та етапами професійного зростання майбутнього вчителя.

Виклад основного матеріалу. У контексті трансформації педагогічної освіти, STEM-середовище роз-

глядається не лише як технологічна інновація, а як новий тип освітнього простору, що поєднує міждисциплінарність, дослідницьку активність, проєктне мислення та рефлексивну педагогіку. Теоретичне осмислення цього середовища потребує звернення до таких концептів, як:

- професійне становлення (акмеологія, педагогічна психологія, теорія особистісного розвитку);
- освітнє середовище (екологія освіти, теорія освітнього простору);
- STEM-підхід (інтегративна освіта, інженерна педагогіка, цифрова дидактика).

Ці підходи дозволяють розглядати STEM не як набір дисциплін, а як систему формотворчих впливів, що сприяє становленню вчителя як мислячого, творчого і відповідального суб'єкта освітнього процесу.

У сучасній педагогічній науці поняття STEM-середовища дедалі частіше розглядається як інтегративний освітній простір, що поєднує наукову раціональність, технологічну інноваційність, інженерну практичність і математичну точність. Проте в контексті професійного становлення майбутнього педагога природничих дисциплін важливо осмислити STEM не лише як дидактичну модель, а як середовище формування особистості вчителя, його світогляду, професійної рефлексії та авторської позиції.

У конструюванні профілю особистості вчителя природничих дисциплін опираємось на методологічні засади, відображені у:

- акмеологічному підході (І. Бех, І. Зязюн, В. Кремень, О. Савченко), що розглядає професійне становлення як процес досягнення вершин майстерності, розвитку рефлексивної компетентності, самореалізації в професії;
- концепціях освітнього середовища (О. Савченко, І. Бех, О. Балл, Г. Васківська), згідно яких середовище – це сукупність умов, що сприяють або перешкоджають розвитку особистості; STEM-середовище тлумачимо як динамічний, відкритий простір, за аналогією до НУШ, в якій офіційно закріплюється поняття *інноваційного освітнього середовища*, яке має бути безпечним, інклюзивним, мотивуючим і сприяти розвитку компетентностей особистості;
- міждисциплінарному підході (І. Фурман, О. Сухомлинська), що розглядає інтеграцію знань як основу формування системного мислення і здатності до педагогічного синтезу;
- авторській педагогіці (І. Зязюн, О. Савченко), що позиціонує вчителя як суб'єкта творчості, носія смислів, конструктора освітнього досвіду.

Таким чином, STEM-середовище постає як простір педагогічної ініціативи, де майбутній учитель не лише засвоює знання, а й формує власну професійну ідентичність, навчається діяти в умовах невизначеності, приймати рішення, інтегрувати наукове і гуманітарне мислення. Аналіз професійних якостей педагога, що формуються крізь призму обраної методології з урахуванням умов формування (освітнє STEM-середовище) уможливорює створення загальної концепції професійного становлення майбутнього вчителя природничої освіти, яка представлена у таблиці (див. *табл. 1*).

Таблиця 1

Вплив STEM-середовища на професійне становлення педагога

Компонент STEM-середовища	Основні інструменти	Професійні якості, що формуються	Етап професійного становлення
Міждисциплінарність	Інтегровані курси, проєктна діяльність	Системне мислення, здатність до синтезу	Концептуалізація професійної ролі
Технологічність	Цифрові лабораторії AR/VR	Технопедагогічна компетентність	Освоєння інструментів професійної дії
Дослідницька активність	STEM-дослідження, кейс-аналіз	Критичне мислення, наукова культура	Формування рефлексивної позиції
Авторська педагогіка	Наставництво, рефлексивні практики	Професійна ідентичність, педагогічна етика	Самоусвідомлення і професійна автономія

Варто зазначити, що STEM-середовище формує не лише предметну компетентність, а й цілісний професійний профіль педагога, здатного діяти в умовах міждисциплінарності, технологічної динаміки та освітньої невизначеності. Систематизований перелік ключових якостей, згрупованих за логікою професійного становлення включає:

✓ Інтелектуально-когнітивні якості: системне мислення (здатність бачити зв'язки між природничими явищами, технологіями та соціальними процесами); критичне мислення (вміння аналізувати, ставити запитання, оцінювати достовірність інформації); інженерна культура мислення (логіка проєктування, оптимізації, технічного моделювання).

✓ Методологічно-педагогічні якості: технопедагогічна компетентність (здатність інтегрувати цифрові інструменти в навчальний процес); міждисциплінарна дидактична гнучкість (вміння поєднувати знання з різних галузей у навчанні); проєктна грамотність (здатність організовувати навчання через проєкти, кейси, дослідницькі завдання).

✓ Рефлексивно-особистісні якості: професійна рефлексія (усвідомлення власної педагогічної позиції, аналіз дій і результатів); авторська педагогічна ідентичність (здатність до самостійного мислення, створення власних методик); світоглядна відкритість (готовність до діалогу між наукою, етикою, технологією).

✓ Комунікативно-соціальні якості: фасилітаційні навички (вміння створювати умови для навчання, підтримувати учнів у пошуку рішень); навички співпраці (здатність працювати в команді, інтегруватися в міждисциплінарні освітні проєкти); емпатія і етична відповідальність (розуміння впливу науки і технологій на людину і суспільство).

Якщо структурувати матрицю професійних якостей майбутнього вчителя природничих дисциплін, які формуються в умовах STEM-середовища за чотирма ключовими блоками: когнітивні, методологічні, особистісні та соціальні якості із прикладами інструментів, які їх активують, то отримаємо модель формування професійних якостей майбутнього STEM-педагога. Для зручності сприйняття модель відображена у таблиці (див. табл. 2).

Таблиця 2

Матриця професійних якостей STEM-педагога

Блок якостей	Конкретні професійні якості	STEM-інструменти, що сприяють формуванню	Освітній ефект / результат
Когнітивні	Системне мислення, критичне мислення, інженерна логіка	Інтегровані курси, STEM-кейси, моделювання, симуляції	Здатність до аналізу, синтезу, проєктування, наукової аргументації
Методологічні	Технопедагогічна компетентність, проєктна грамотність	Цифрові лабораторії, освітні платформи, проєктна	Вміння організовувати навчання з використанням технологій
Особистісні	Професійна рефлексія, авторська ідентичність, світоглядна відкритість	Рефлексивні практики, наставництво, портфоліо, освітні блоги	Усвідомлення себе як суб'єкта професії, здатність до саморозвитку
Соціальні	Фасилітація, співпраця, етична відповідальність	STEM-команди, ха-катони, міждисциплінарні проєкти	Здатність працювати в команді, вести діалог, приймати рішення

Оскільки освітнє STEM-середовище розглядається в нашій роботі не лише як сукупність навчальних дисциплін, а як інтегративний простір, що формує нову якість професійного мислення, то є потреба у пролонгації його інструментів на площину формування професійних якостей майбутнього вчителя природничої освіти. Йдеться про цифрові платформи, лабораторні комплекси, робототехнічні набори, симуляційні програми, інтерактивні модулі, які створюють умови для розвитку компетентностей.

Вивчення можливостей освітніх інструментів STEM-середовища для формування професійних якостей вчителя уможливило виокремлення наступних потенційних ресурсів:

- віртуальні та доповнені лабораторії – дозволяють моделювати експерименти, що розширює доступ до складних технологічних процесів;
- робототехнічні та інженерні;
- цифрові симулятори та моделювання – розвивають системне мислення, здатність прогнозувати результати та аналізувати ризики;
- онлайн-платформи та освітні ресурси – забезпечують відкритість знань, інтеграцію у світовий науково-освітній простір;
- проєктно-орієнтовані методики – стимулюють креативність, критичне мислення та відповідальність за результат.

STEM-середовище стає каталізатором професійного становлення, адже його інструменти не лише передають знання, а й формують стиль мислення, ціннісні орієнтири та готовність до інноваційної діяльності: майбутні фахівці навчаються мислити системно, технологічно й водночас творчо (формування інженерної культури мислення); відбувається світоглядна інтеграція знань з природничих наук, технологій та гуманітарних дисциплін (розвиток міждисциплінарних компетентностей); уможливорюється моделювання за допомогою STEM-інструментів ситуацій, близьких до виробничих і наукових практик (підготовка до

реальних професійних викликів); здобувачі відчувають практичну цінність знань, що сприяє професійному самовизначенню (зміцнення мотивації та самореалізації); використання глобальних ресурсів і платформ відкриває шлях до міжнародної співпраці (інтернаціоналізація освіти).

Конкретизація стратегічних напрямів формування професійних якостей майбутнього вчителя природничої освіти може бути схематично представлена покроковою програмою (див. табл. 3).

Таблиця 3

Освітні інструменти STEM-середовища і їхній вплив на професійне становлення

Освітній інструмент	Характеристика / приклад використання	Які професійні якості формують
Інтегровані STEM-курси	Курси, що поєднують фізику, хімію, біологію, математику, технології	Системне мислення, міждисциплінарна гнучкість
Цифрові лабораторії та симуляції	PhET, Tinkercad, віртуальні експерименти	Технопедагогічна компетентність, дослідницькі навички
Проектна діяльність	STEM-хакатони, кейс-аналіз, створення навчальних проєктів	Проектна грамотність, авторська ініціатива
Освітні платформи та цифрові інструменти	Google Workspace, GeoGebra, Canva, Arduino	Цифрова грамотність, адаптивність
Рефлексивні практики	Освітні блоги, портфоліо, щоденники професійного зростання	Професійна рефлексія, самоусвідомлення
Міждисциплінарні команди та наставництво	Спільні проєкти з іншими спеціальностями, менторські програми	Навички співпраці, фасилітація, етична відповідальність

Для того, щоб переконатися у дієвості запропонованої покрокової моделі формування професійних якостей майбутнього вчителя у STEM-середовищі розглянемо приклад на базі освітньої практики: Цифрова лабораторія PhET у підготовці вчителя біології. У курсі «Методика навчання біології» здобувачі використовують симуляцію PhET: Natural Selection для моделювання еволюційних процесів. Це створює можливості для виконання ними навчального завдання: Створити сценарій уроку з використанням симуляції для теми «Природний добір». У процесі виконання завдання здобувачі досліджують вплив змін середовища на популяцію кроликів, аналізують дані, формують висновки. Важливим етапом виконання завдання є рефлексія, у змісті якої відбувається обговорення педагогічних можливостей симуляції, труднощів у поясненні складних понять, етичних аспектів моделювання. Очікуваними результатами є: формування технопедагогічної компетентності, що виражається у здатності інтегрувати цифрові інструменти в навчальний процес; розвиток критичного мислення – здобувачі вчаться аналізувати зміни, робити обґрунтовані висновки; активізація рефлексивної позиції, що полягає в усвідомленні ролі вчителя як фасилітатора наукового мислення.

Висновки. У межах дослідження було окреслено ключові аспекти впливу STEM-середовища на про-

фесійне становлення майбутнього педагога природничих дисциплін. Визначено актуальність теми, сформульовано мету та завдання, охарактеризовано професійні якості, що формуються, та освітні інструменти, які сприяють їх розвитку. Запропоновано аналітичну модель взаємозв'язку між компонентами STEM-середовища та етапами професійного зростання майбутнього вчителя, дієвість якої підтверджено на прикладі використання цифрової лабораторії PhET у підготовці вчителя біології. STEM-середовище постає як каталізатор професійного становлення, адже його інструменти не лише передають знання, а й формують стиль мислення, ціннісні орієнтири та готовність до інноваційної діяльності.

Перспективи подальших досліджень пов'язані зі створенням цілісної освітньої технології для програм підготовки педагогів природничого циклу та розробкою методичних рекомендацій для викладачів закладів вищої освіти.

Список використаних джерел:

1. Артем'єва О. STEM-освіта на уроках хімії. *STEM-освіта: стан впровадження та перспективи розвитку*: матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції, 9–10 листопада 2017 року, м. Київ. Київ: ДНУ «Інститут модернізації змісту освіти», 2017. С. 12–15. URL: http://man.gov.ua/upload/news/2017/12_11/Zbirnyk.pdf
2. Атаманчук П.С., Форкун Н.В. Впровадження елементів STEM-освіти в освітній процес. *Наукові записки [Центральноукраїнського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка]*. Сер.: Педагогічні науки. 2019. Вип. 179. С. 15–24.
3. Атаманчук В.П., Атаманчук П.С. STEM-інтеграційні аспекти становлення сучасної природничо-наукової освіти. *Педагогіка XXI століття: сучасний стан та тенденції розвитку*. 2021. Р.3: Основні напрямки розвитку та модернізації загальної середньої освіти. С. 586–618. DOI: <https://doi.org/10.36059/978-966-397-241-1-22>
4. Білик Ж., Лакоза Н. Перевірка ефективності використання STEM-підходу під час виконання лабораторних робіт з біології. *Нові технології навчання: збірник наукових праць / ДНУ «Інститут модернізації змісту освіти»*. Київ, 2018. Вип. 91. С. 111–120.
5. Валько Н.В. STEM-освіта вчителів у країнах Сходу та Австралії. *Проблеми інженерно-педагогічної освіти*. 2018. № 61. С. 36–47. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Pipo_2018_61_6
6. Валько Н. Досвід впровадження STEM-освіти у США та Канаді. *Наукові записки Бердянського державного педагогічного університету*. Сер.: Педагогічні науки. 2018. Вип. 3. С. 9–20. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/nzbdu_2018_3_3
7. Гребінь С. Цілісна природничо-наукова картина світу та цілісний світогляд в контексті реалізації STEM-освіти: філософське підґрунтя розуміння сутності цих понять. *Освіта. Інноватика. Практика*. 2025. 13 (5). С. 14–18. DOI: <https://doi.org/10.31110/2616-650X-vol13i5-002>
8. Засекина Т.М. Про результати досліджень проблем stem-освіти в гімназіях і ліцеях у відділенні загальної середньої освіти і цифровізації освітніх систем напн України: За результатами наукової доповіді на засіданні Президії Національної академії педагогічних

наук України, 15 травня 2025 р. *Вісник Національної академії педагогічних наук України*. 2025. 7 (1), 1–9. DOI: <https://doi.org/10.37472/v.naes.2025.7141>

9. Коваленко В., Стець Н., Варгалоук В. Інтеграція природничих знань як невідмінний складник STEM-освіти. *Імідж сучасного педагога*. 2019. № 3 (186). С. 10–13. DOI: [https://doi.org/10.33272/2522-9729-2019-3\(186\)-10-13](https://doi.org/10.33272/2522-9729-2019-3(186)-10-13)
10. Матвійчук Ю.Ю. STEM-освіта як інструмент реалізації інтегрованого вивчення природничо-математичних дисциплін. *Теорія та методика навчання та виховання*. 2021. № 50. С. 123–135. DOI: <https://doi.org/10.34142/23128046.2021.50.11>

Oksana KOZAR¹, Magdalyna OPACHKO²,
Yurii BRODOVYCH³

^{1,3}Mukachevo State University

²Uzhhorod National University

FORMATION OF PROFESSIONAL QUALITIES OF THE FUTURE TEACHER OF NATURAL DISCIPLINES WITHIN THE STEM ENVIRONMENT

Abstract. The article explores the STEM environment as a factor in the professional development of future teachers of natural disciplines. The transformation of teacher education from a subject-oriented to a competency-based model highlights the need to reconsider the teacher's role: from a transmitter of knowledge to a facilitator of meaning and a creator of the educational space. The study aims to identify the potential of the STEM environment as a space for shaping pedagogical identity, outlining its structural components, educational tools, and mechanisms influencing professional growth.

An analytical model of professional qualities formation is proposed, emphasizing cognitive, methodological, personal, and social dimensions. The findings demonstrate that the STEM environment fosters engineering thinking culture, interdisciplinary competencies, readiness for innovation, and professional self-determination. Practical testing of the model was conducted using the PhET digital laboratory in biology teacher training.

The study concludes that STEM serves as a catalyst for professional development and outlines prospects for creating a holistic educational technology for training teachers of natural disciplines, alongside methodological recommendations for higher education institutions.

Key words: STEM environment, professional development, future teacher, natural disciplines, analytical model, pedagogical identity, engineering thinking culture, interdisciplinary competencies.

References:

1. Artem'yeva O. STEM-osvita na urokakh khimii. *STEM-osvita: stan vprovadzhennia ta perspektivy rozvytku: materialy III Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii*, 9–10 lystopada 2017 roku, m. Kyiv. Kyiv: DNU «Instytut modernizatsii zmistu osvity», 2017. S. 12–15. URL: http://man.gov.ua/upload/news/2017/12_11/Zbirnyk.pdf
2. Atamanchuk P.S., Forkun N.V. Vprovadzhennia elementiv STEM-osvity v osvittii protses. *Naukovi zapysky [Tsentralkoukrainskoho derzhavnoho pedahohichnoho universytetu imeni Volodymyra Vynnychenka]*. Ser.: *Pedahohichni nauky*. 2019. Vyp. 179. S. 15–24.
3. Atamanchuk V.P., Atamanchuk P.S. STEM-intehratsiini aspekty stanovlennia suchasnoi pryrodnycho-naukovoi osvity. *Pedahohika XXI stolittia: suchasnyi stan ta tendentsii rozvytku*. 2021. R.3: Osnovni napriamky rozvytku ta modernizatsii zahalnoi serednoi osvity. S. 586–618. DOI: <https://doi.org/10.36059/978-966-397-241-1-22>
4. Bilyk Zh., Lakoza N. Perevirka efektyvnosti vykorystannia STEM-pidkrodu pid chas vykonannia laboratornykh robit z biolohii. *Novi tekhnolohii navchannia: zbirnyk naukovykh prats / DNU «Instytut modernizatsii zmistu osvity»*. Kyiv, 2018. Vyp. 91. S. 111–120.
5. Valko N.V. STEM-osvita vchyteliv u krainakh Skhodu ta Avstralii. *Problemy inzhenerno-pedahohichnoi osvity*. 2018. № 61. S. 36–47. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Pipo_2018_61_6
6. Valko N. Dosvid vprovadzhennia STEM-osvity u SSHA ta Kanadi. *Naukovi zapysky Berdianskoho derzhavnoho pedahohichnoho universytetu*. Ser.: *Pedahohichni nauky*. 2018. Vyp. 3. S. 9–20. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/nzbdpu_2018_3_3
7. Hrebin S. Tsilisna pryrodnycho-naukova kartyna svitu ta tsilisnyi svitohliad v konteksti realizatsii STEM-osvity: filosofske pidgruntia rozuminnia sutnosti tsykh poniat. *Osvita. Innovatyka. Praktyka*. 2025. 13 (5). S. 14–18. DOI: <https://doi.org/10.31110/2616-650X-vol13is-002>
8. Zasiiekina T.M. Pro rezultaty doslidzhen problem stem-osvity v himnaziakh i litseiakh u viddilenni zahalnoi serednoi osvity i tsyfrovizatsii osvittikh system napn Ukrainy: Za rezultatamy naukovo dopovidi na zasidanni Prezydii Natsionalnoi akademii pedahohichnykh nauk Ukrainy, 15 travnia 2025 r. *Visnyk Natsionalnoi akademii pedahohichnykh nauk Ukrainy*. 2025. 7 (1), 1–9. DOI: <https://doi.org/10.37472/v.naes.2025.7141>
9. Kovalenko V., Stets N., Varhaliuk V. Intehratsiia pryrodnych znan yak neodminnyi skladnyk STEM-osvity. *Imidzh suchasnoho pedahoha*. 2019. № 3 (186). S. 10–13. DOI: [https://doi.org/10.33272/2522-9729-2019-3\(186\)-10-13](https://doi.org/10.33272/2522-9729-2019-3(186)-10-13)
10. Matviichuk Yu.Yu. STEM-osvita yak instrument realizatsii intehrovanoho vyvchennia pryrodnycho-matematychnykh dystsyplin. *Teoriia ta metodyka navchannia ta vykhovannia*. 2021. № 50. S. 123–135. DOI: <https://doi.org/10.34142/23128046.2021.50.11>

Отримано: 13.10.2025

Ірина КОВАЛЬСЬКА¹, Олена РАДЗІЄВСЬКА²¹Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка²Національний університет харчових технологійe-mail: ¹kovalska@kpmu.edu.ua; ²radzlina58@gmail.com;ORCID: ¹0000-0002-2653-0152, ²0000-0002-4249-0808**МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ ПІДЙІМАЛЬНОЇ СИЛИ КРИЛА ЛІТАКА
ЗА ДОПОМОГОЮ АНАЛІТИЧНОЇ ФУНКЦІЇ**

Анотація: Аналітичні функції комплексної змінної – це не просто апарат для фундаментальних досліджень. Вони широко використовуються в різних галузях прикладної математики, фізики, техніки, комп'ютерної графіки, економіки тощо і є універсальним інструментом для формалізації фізичних явищ, полегшення аналізу складних систем, підвищення точності та ефективності результатів.

Зокрема, в гідродинаміці та аеродинаміці аналітичні функції описують потік і швидкість ідеальної рідини і використовуються для моделювання обтікання тіл рідиною (наприклад, крила літака, турбіни генератора, лопастей двигуна). Конформні відображення, які здійснюються аналітичними функціями, дають змогу перетворити коло у аеродинамічний профіль (криву, подібну до крила літака) і таким чином спростити вивчення поведінки потоку навколо крила. Для дослідження такої поведінки як складної фізично реалістичної ситуації зручно вивчати поведінку потоку навколо кола, оскільки таку ситуацію легко описати.

У даній статті використовується дієвий методичний прийом – показати студентам фізичних спеціальностей при вивченні курсу матаналізу, що жоден крок побудови моделі підйомної сили не працює без властивостей аналітичних функцій. Також робиться методичний акцент на тому, що кожна фізична умова – це властивість аналітичних функцій і що саме ці властивості роблять складну фізичну задачу значно простішою. З допомогою аналітичної функції описується поле плоско-паралельного усталеного потоку, а сама функція розглядається як комплексний потенціал цього соленоїдного і безвихрового поля. Використовуючи властивості аналітичних функцій та фізичні закони, досліджується підймальна сила крила літака як макроскопічний прояв взаємодії повітряної течії з тілом складної форми. Ця взаємодія розглядається на кількох рівнях – від елементарної аеродинаміки до потенціальних течій, рядів Лорана і, закінчуючи, формулою підйімальної сили крила літака Жуковського.

Ключові слова: аналітичні функції, комплексний потенціал, крило літака, соленоїдне поле, підймальна сила, лінії потоку, безвихрове поле, конформне відображення, формула Жуковського.

Вступ. Аналітичні функції комплексної змінної – це не просто апарат для фундаментальних досліджень. Вони широко використовуються в різних галузях прикладної математики, фізики, техніки, комп'ютерної графіки, економіки тощо і є універсальним інструментом для формалізації фізичних явищ, полегшення аналізу складних систем, для моделювання безвихрових, безрозривних процесів у природі, техніці, цифрових технологіях, підвищення точності та ефективності результатів.

Зокрема, в гідродинаміці аналітичні функції описують потік і швидкість ідеальної рідини і використовуються для моделювання обтікання тіл рідиною (наприклад, крила літака, турбіни генератора, лопастей двигуна). Уся теорія потенціального руху на площині фактично спирається на властивості аналітичних функцій. Конформні відображення, які здійснюються аналітичними функціями, дають змогу перетворити коло у аеродинамічний профіль (криву, подібну до крила літака) і таким чином спростити вивчення поведінки потоку навколо крила. Для дослідження такої поведінки як складної фізично реалістичної ситуації зручно вивчати поведінку потоку навколо кола, оскільки таку ситуацію легко описати.

У даній статті використовується дієвий методичний прийом – показати студентам фізичних спеціальностей при вивченні курсу матаналізу, що жоден крок побудови моделі підйомної сили не працює без властивостей аналітичних функцій. Також робиться методичний акцент на тому, що кожна фізична умова – це властивість аналітичних функцій і що саме ці властивості роблять складну фізичну задачу значно про-

стішою. З допомогою аналітичної функції описується поле плоско-паралельного усталеного потоку, а сама функція розглядається як комплексний потенціал цього соленоїдного і безвихрового поля. Використовуючи властивості аналітичних функцій та фізичні закони, досліджується підймальна сила крила літака як макроскопічний прояв взаємодії повітряної течії з тілом складної форми. Ця взаємодія розглядається на кількох рівнях – від елементарної аеродинаміки до потенціальних течій, рядів Лорана і, закінчуючи, формулою підйімальної сили крила літака Жуковського.

Постановка задачі. Нехай задано плоско-паралельний усталений потік і потрібно з допомогою аналітичної функції описати його поле та сили, що діють на деяку область D в цьому полі.

Розглянемо область D – частину крила літака, обмежену кусково-гладким контуром L . Ця область знаходиться в векторному полі швидкостей $\vec{v}$, де

$$v = v_1(x; y) + iv_2(x; y).$$

Відмітимо, що аналітичною або голоморфною в області D називається функція $f(z) = u(x, y) + iv(x, y)$, яка має комплексну похідну в кожній точці області D комплексної площини.

Нехай функції двох змінних $v_1(x; y)$ та $v_2(x; y)$ мають неперервні часткові похідні в деякому околі точки $z_0 = x_0 + iy_0$, а саме поле в цьому околі є потенціальним і соленоїдним. Тобто для нього мають місце співвідношення

$$rotv = \frac{\partial v_2}{\partial x} - \frac{\partial v_1}{\partial y} = 0, \quad (1)$$

$$\text{та} \quad \text{div} v = \frac{\partial v_1}{\partial x} + \frac{\partial v_2}{\partial y} = 0. \quad (2)$$

З першого співвідношення слідує, що вираз $v_1 dx + v_2 dy$ буде повним диференціалом деякої функції φ , яку називають потенціальною функцією поля і для якої

$$v_1 = \frac{\partial \varphi}{\partial x}, \text{ а } v_2 = \frac{\partial \varphi}{\partial y}.$$

Тому можна записати, що $v = \text{grad} \varphi$. Із другого співвідношення слідує, що вираз $-v_2 dx + v_1 dy$ є повним диференціалом деякої функції ψ , яку називають функцією потоку. Тому в деякому околі точки z_0 справедливі співвідношення:

$$-v_2 = \frac{\partial \psi}{\partial x}, \quad v_1 = \frac{\partial \psi}{\partial y}.$$

Із даних співвідношень можна зробити висновок, що для функції $f = \varphi + i\psi$ виконуються умови Коші – Рімана, а саме

$$\frac{\partial \varphi}{\partial x} = \frac{\partial \psi}{\partial y} = v_1 \quad \text{і} \quad \frac{\partial \varphi}{\partial y} = -\frac{\partial \psi}{\partial x} = v_2.$$

Отже функція f , яка називається комплексним потенціалом поля $v = \text{grad} \varphi$, є аналітичною в точці z_0 . Знайдемо похідну цієї функції.

$$f' = \frac{\partial \varphi}{\partial x} + i \frac{\partial \psi}{\partial x} = v_1 - i v_2.$$

Із даного співвідношення слідує, що похідна комплексного потенціалу f' є комплексно-спряженим вектором до вектора швидкості потоку v

Позначимо $P(z) = \frac{dF}{dz}$ – вектор тиску на крило в точці $z \in \bar{D}$, де $|dz|$ – елемент довжини. Тоді можна обчислити силу, що діє на крило.

$$F = \int_L P(z) |dz|. \quad (3)$$

Оскільки сила напрямлена по нормалі, то $P(z) = |P(z)| e^{i\frac{\pi}{2}} = |P(z)| i$.

За рівнянням Бернуллі для стаціонарної, нев'язкої, нестисливої течії вздовж однієї і тієї ж лінії потоку сума статичного, динамічного, і гідростатичного тисків є сталою. Тому

$$P + \frac{\rho v^2}{2} + \rho gh = \text{const},$$

де P – статичний тиск, ρ – густина газу. Якщо потік рухається горизонтально, то $h = 0$ і $P + \frac{\rho v^2}{2} = C$. Для векторів $P(z)$ і $v(z)$ рівняння Бернуллі набуває вигляду

$$\left| P(z) + \frac{\rho}{2} v(z) \right|^2 = C.$$

Звідси $P(z) = iC - \frac{i\rho}{2} |v(z)|^2$ і з рівняння (3) отримуємо

$$F = iC \int_L dz - \frac{i\rho}{2} \int_L |v(z)|^2 dz.$$

Враховуючи, що $\int_L dz = 0$ і $v(z) = |v(z)| e^{it}$, знаходимо $|v(z)|^2 = v^2(z) e^{-2it}$, а отже

$$F = -\frac{i\rho}{2} \int_L v^2(z) e^{-2it} dz = -\frac{i\rho}{2} \int_L v^2(z) e^{-2it} |dz| e^{it} =$$

$$= -\frac{i\rho}{2} \int_L v^2(z) e^{-it} |dz| = -\frac{i\rho}{2} \int_L v^2(z) \overline{dz}.$$

Вище відмічалось, що коли функція має комплексно-спряжене соленоїдальне і безвихрове векторне поле v , то вона буде аналітичною в деякій області. Тому функція $\overline{v(z)} = \overline{f'(z)}$ аналітична в області D і $f'(\overline{z}) = v(z)$. Звідси слідує співвідношення

$$F = -\frac{i\rho}{2} \int_L \left(\overline{f'(z)} \right)^2 \overline{dz},$$

а отже

$$\bar{F} = \frac{i\rho}{2} \int_L f'^2(z) dz. \quad (4)$$

В цій формулі вектор, спряжений з вектором F підймальної сили, що діє контур L , виражається через комплексний інтеграл від похідної комплексного потенціалу поля $f(z) = \varphi(x; y) + i\psi(x; y)$. Рівність (4) називається формулою Чаплигіна або Блазіуса.

Розглянемо окіл нескінченно-віддаленої точки $0 < R < |z| < +\infty$. Оскільки функція $f'(z)$ аналітична, то для неї точка $z = \infty$ є усувною особливістю і ряд Лорана в околі цієї точки матиме вигляд

$$f'(z) = c_0 + \frac{c_{-1}}{z} + \frac{c_{-2}}{z^2} + \frac{c_{-3}}{z^3} + \dots$$

Тоді

$$f'(\infty) = c_0 = \overline{v(\infty)}. \quad (5)$$

Знайдемо

$$\left(f'(z) \right)^2 = c_0^2 + 2 \frac{c_0 c_{-1}}{z} + 2 \frac{c_0 c_{-2}}{z^2} + \frac{c_{-1}^2}{z^2} + \frac{c_{-2}^2}{z^4} + \dots$$

За контур l виберемо множину тих точок z , для яких $|z| = R_1 > R$. Використаємо теорему Коші для складного контура [7, с. 314]. Тоді

$$\int_L \left(f'(z) \right)^2 dz = \int_l \left(f'(z) \right)^2 dz =$$

$$= \int_l \left(c_0^2 + 2 \frac{c_0 c_{-1}}{z} + 2 \frac{c_0 c_{-2}}{z^2} + \frac{c_{-1}^2}{z^2} + \frac{c_{-2}^2}{z^4} + \dots \right) dz = \quad (6)$$

$$= 2c_0 c_{-1} \int_l \frac{dz}{z} = 4\pi i c_0 c_{-1}.$$

А також

$$\int_L f'(z) dz = \int_l f'(z) dz =$$

$$= \int_l \left(c_0 + \frac{c_{-1}}{z} + \frac{c_{-2}}{z^2} + \frac{c_{-3}}{z^3} + \dots \right) dz = \quad (7)$$

$$= c_{-1} \int_l \frac{dz}{z} = 2\pi i c_{-1}.$$

Слід відмітити, що при обчисленні інтегралів ми враховуємо співвідношення [1, с. 251]:

$$\int_l \frac{dz}{z^m} = \begin{cases} 0, & m \neq 1; \\ 2\pi i, & m = 1. \end{cases}$$

Якщо провести дотичну і праву нормаль до контуру L і позначити одиничний вектор дотичної t , а одиничний вектор нормалі n , то можна означити дві величини. Вирази $\Gamma_L = \int_L (v, t) ds$ і $N_L = \int_L (v, n) ds$ назвемо

відповідно циркуляцією векторного поля $v = v_1 + iv_2$ вздовж контуру L та потоком через контур L . Потік і циркуляція відображають «поведінку» поля на заданій лінії чи поверхні. Зокрема, циркуляція векторного поля $v = v_1 + iv_2$ по контуру L характеризує обертальну здатність поля на даному контурі. За умови замкнутості векторних ліній поля, циркуляція вздовж цих ліній буде додатна, якщо напрямок поля співпадає з напрямком обходу векторної лінії. Якщо ж ці напрямки не співпадають, то циркуляція від'ємна.

Оскільки $f' = v_1 - iv_2$, $tds = dz = dx + idy$, а $nds = -idz = dy - idx$, то звідси слідує, що $v_1 = \operatorname{Re} f'$, $v_2 = \operatorname{Im} f'$,

$$\Gamma_L = \int_L v_1 dx + v_2 dy = \int_L \operatorname{Re} f' dx - \operatorname{Im} f' dy,$$

$$а \quad N_L = \int_L -v_2 dx + v_1 dy = \int_L \operatorname{Im} f' dx + \operatorname{Re} f' dy.$$

Використовуючи формулу для обчислення комплексного інтеграла, отримуємо:

$$\begin{aligned} \int_L f'(z) dz &= \int_L \operatorname{Re} f' dx - \operatorname{Im} f' dy = \\ &= +i \int_L \operatorname{Im} f' dx + \operatorname{Re} f' dy = \end{aligned} \quad (8)$$

$$= \int_L v_1 dx + v_2 dy + i \int_L -v_2 dx + v_1 dy = \Gamma_L + iN_L.$$

Із (7) і (8) слідує, що

$$\int_L f'(z) dz = 2\pi i c_{-1} = \Gamma_L + iN_L.$$

Оскільки потік напрямлений паралельно до-
тичній до L , то $N_L = 0$ і $2\pi i c_{-1} = \Gamma_L$. Звідси зна-
ходимо $c_{-1} = \frac{\Gamma_L}{2\pi i}$, а з (5) отримуємо, що $c_0 = \overline{v(\infty)}$.

Підставимо ці значення в (6).

$$\int_L (f'(z))^2 dz = 4\pi i c_0 c_{-1} = 4\pi i \overline{v(\infty)} \cdot \frac{\Gamma_L}{2\pi i},$$

отже

$$\bar{F} = \frac{i\rho}{2} \int_L f'^2(z) dz = 4\pi i \overline{v(\infty)} \cdot \frac{\Gamma_L}{2\pi i} \cdot \frac{i\rho}{2}.$$

При дійсних значеннях ρ і Γ_L вираз набуває ви-
гляду

$$F = -i\rho v(\infty) \Gamma_L.$$

Це співвідношення називають формулою під-
дйимальної сили літака Жуковського.

У 1906 році М.Є. Жуковський написав статтю «О присоединенных вихрях». В ній він вперше опри-
люднив теорему про піддймальну силу крила літака. Ця теорема, стала значним внеском у розвиток теоре-
тичних досліджень та практичних результатів вітчиз-
няної і світової авіації. Теорема сформульована на-
ступним чином: *силового взаємодія течії на циліндрич-
не тіло будь-якої форми завжди зводиться до однієї
сили, питома величина якої дорівнює добутку з гус-
тини рідини на циркуляцію швидкості по контуру навко-
ло тіла й на швидкість натікаючої течії на нескінчен-
ності, тобто $X = 0$, $Y = \rho \Gamma v_\infty$ [3, с. 200].*

Під питомою силою розуміють її величину, що
діє на одиницю довжини циліндричної поверхні.

Схема обтікання зображена на рис. 1. Циліндричне
тіло подано криловим профілем.

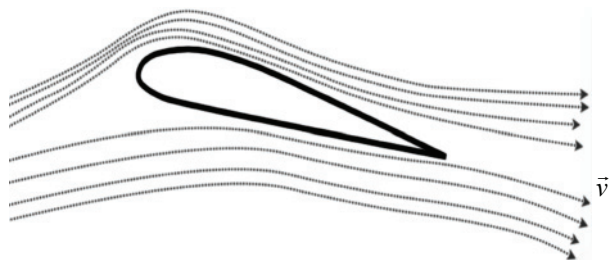


Рис. 1

Висновок. В даній статті показано, як з допо-
могою аналітичної функції дослідити поля плоско-
паралельного усталеного потоку та сили, що діють на
деяку область D в цьому векторному полі швидкостей
 $\vec{v}$, де $v = v_1(x; y) + iv_2(x; y)$. При цьому сама функція
розглядається, як комплексний потенціал цього соле-
ноїдного і безвихрового поля. Наголошується, що ана-
літичні функції в комплексній площині – це не про-
сто зручність. Вони повністю керують математичним
описом піддйимальної сили – швидкостями, тиском,
циркуляцією, профілем. Без них класична аеродина-
міка крила просто не існує. Одна аналітична функція
Жуковського $f(z) = z + \frac{a^2}{z}$ створює профіль, який ае-
родинаміки розробляли десятиліттями.

Використовуючи властивості аналітичних функ-
цій та фізичні закони, досліджується піддймальна
сила крила літака як макроскопічний прояв взаємо-
дії повітряної течії з тілом складної форми і отриму-
ється формула Чаплигіна або Блазіуса. Далі, інтегру-
ючи ряди Лорана для f' та $(f')^2$, досліджуючи по-
тік і циркуляцію поля на заданій лінії та поверхні,
отримано співвідношення, яке називають формулою
піддйимальної сили літака Жуковського. Це тверджен-
ня стало вагомим внеском у розвиток теоретичних
досліджень та практичних результатів вітчизняної і
світової авіації. Водночас посиляється сильний мето-
дичний меседж – без комплексного аналізу не існува-
ло б класичної теорії крила.

Список використаних джерел:

1. Бак С.М. Лекції з комплексного аналізу. Вінниця: ФОП Горбачук І.П., 2011. 408 с.
2. Гідрогазодинаміка: навчальний посібник / Гусак О.Г., Шарапов С.О., Ратушний О.В. Суми: Сумський державний університет, 2022. 251 с.
3. Інтегральний курс механіки рідини й газу: навчальний посібник / І.О. Ковальов, О.В. Ратушний, Е.В. Колісніченко. Суми: Сумський державний університет, 2023. 401 с.
4. Мартиненко М.А., Юрик І.І. Теорія функцій комплексної змінної. Операційне числення: навчальний посібник. Київ: Видавничий Дім «Слово», 2007. 296 с.
5. Мельник Т.А. Комплексний аналіз: підручник. Київ: ВПЦ «Київський університет», 2015. 192 с.
6. Пискунов Н.С. Дифференциальное и интегральное исчисления для втузов: учебное пособие для втузов. 13-е изд. Москва: Наука, Главная редакция физико-математической литературы, 1985. Т. 2. 560 с.
7. Шкіль М.І. Математичний аналіз. Київ: ВШ, 1981. Ч. II. 456 с.

Iryna KOVALSKA¹, Olena RADZIYEVSKA²¹Kamianets-Podilskyi Ivan Ohienko National University²National University of Food Technology**METHOD FOR RESEARCHING THE LIFT FORCE OF AN AIRCRAFT WING USING AN ANALYTICAL FUNCTION**

Abstract. Analytical functions of a complex variable are not just an apparatus for fundamental research. They are widely used in various branches of applied mathematics, physics, engineering, computer graphics, economics, etc. and are a universal tool for formalizing physical phenomena, facilitating the analysis of complex systems, increasing the accuracy and efficiency of results.

In particular, in hydrodynamics, analytical functions describe the flow and velocity of an ideal fluid and are used to model the flow of fluid around bodies (for example, aircraft wings, generator turbines, engine blades). Conformal mappings, which are performed by analytical functions, make it possible to transform a circle into an aerodynamic profile (a curve similar to an aircraft wing) and thus simplify the study of the behaviour of the flow around the wing. To study such behaviour as a complex physically realistic situation, it is convenient to study the behaviour of the flow around a circle, since such a situation is easy to describe.

This article uses an effective methodological technique – to show students of physics specialties when studying the course of mathematical analysis that no step in building a lift model works without the properties of analytical functions. Also, a methodological emphasis is placed on the fact that each physical condition is a property of analytical functions and that it is these properties that make a complex physical problem much simpler. With the help of an analytical function, the field of a plane-parallel steady flow is described, and the func-

tion itself is considered as a complex potential of this solenoidal and vortex-free field. Using the properties of analytical functions and physical laws, the lift force of an airplane wing is investigated as a macroscopic manifestation of the interaction of an air flow with a body of complex shape. This interaction is considered at several levels – from elementary aerodynamics to potential flows, Laurent series and, ending with Zhukovsky's formula for the lift force of an airplane wing.

Key words: analytical functions, complex potential, airplane wing, solenoidal field, lift force, streamlines, vortex-free field, conformal mapping, Zhukovsky's formula.

References:

1. Bak S.M. Lektsii z kompleksnoho analizu. Vinnytsia: FOP Horbachuk I.P., 2011. 408 s.
2. Hidroaerodynamika: navchalnyi posibnyk / Husak O.H., Sharapov S.O., Ratushnyi O.V. Sumy: Sumskyi derzhavnyi universytet, 2022. 251 s.
3. Integralnyi kurs mekhaniky ridyny y hazu: navchalnyi posibnyk / I.O. Kovalov, O.V. Ratushnyi, E.V. Kolisnichenko. Sumy: Sumskyi derzhavnyi universytet, 2023. 401 s.
4. Martynenko M.A., Yuryk I.I. Teoriia funktsii kompleksnoi zminnoi. Operatsiine chyslennia: navchalnyi posibnyk. Kyiv: Vydavnychy Dim «Slovo», 2007. 296 s.
5. Melnyk T.A. Kompleksnyi analiz: pidruchnyk. Kyiv: VPTs «Kyivskyi universytet», 2015. 192 s.
6. Pyskunov N.S. Dyfferentsialnoe y yntegralnoe yschysleniia dlia vtuzov: uchebnoe posobie dlia vtuzov. 13-e yzd. Moskva: Nauka, Hlavnaia redaktsiia fizyko-matematicheskoi lyteratury, 1985. T. 2. 560 s.
7. Shkil M.I. Matematychnyi analiz. Ch. II. Kyiv: VSh, 1981. 456 s.

Отримано: 14.10.2025

УДК 37.016:[51+004]

DOI: 10.32626/2307-4507.2025-31.135-141

Вікторія МАРІНІНА¹, Ростислав МОЦІК², Ірина ВОЖГА³¹Відокремлений структурний підрозділ Кам'янець-Подільського фахового коледжу Навчально-реабілітаційного закладу вищої освіти "Кам'янець-Подільський державний інститут"²Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка³Опорний заклад освіти «Смотрицький ліцей ім. М. Смотрицького», Кам'янець-Подільський районe-mail: ¹maryninavita@gmail.com, ²motsyk@kpnu.edu.ua, ³vozhairuna@gmail.com;ORCID: ¹0009-0004-48-96-1692, ²0000-0003-0947-3579, ³0009-0004-2268-4578**МІЖПРЕДМЕТНІ ЗВ'ЯЗКИ: МАТЕМАТИКА ТА ІНФОРМАТИКА**

Анотація. У статті представлено результати дослідження фундаментального значення та методичної реалізації міжпредметних зв'язків між математикою та інформатикою в освітньому процесі. Акцентується увага на тому, що ці дві дисципліни тісно переплітаються, створюючи потужний синергетичний ефект, де математика виступає теоретичним фундаментом, а інформатика надає інструменти для вирішення складних задач та візуалізації абстрактних концепцій. Підкреслюється, що такий інтегрований підхід є ключовим для формування в учнів цілісного наукового світогляду, а також розвитку критичного, алгоритмічного та обчислювального мислення.

У роботі детально проаналізовано, як саме ключові математичні розділи забезпечують теоретичну базу для інформатики. Зокрема, дискретна математика є основою для алгоритмів та структур даних (масиви, дерева), математична логіка – критично важлива для мов програмування та штучного інтелекту, теорія графів застосовується для моделювання мереж та алгоритмів пошуку шляху, а теорія ймовірностей та статистика лежать в основі машинного навчання, аналізу даних та криптографії. Такий розгляд підтверджує тезу, що математика є фактично "мовою, якою розмовляє" інформатика.

Особлива увага приділяється практичним методичним підходам, які допомагають вчителю ефективно використовувати цей зв'язок на уроках, наведено конкретні навчальні приклади. Зокрема, вивчення арифметичної прогресії на уроці математики пропонується поєднати з написанням простого коду (наведено приклад на Python), який обчислює n-й член або суму перших n членів послідовності. Крім того, підкреслюється роль інформатики у візуалізації складних математичних понять, таких як графіки функцій за допомогою Matplotlib або GeoGebra, а також створення фракталів та 3D-моделювання геометричних тіл за допомогою SketchUp або Tinkercad.

Ключові слова: міжпредметні зв'язки, математика, інформатика, алгоритмічне мислення, обчислювальне мислення, інтеграція навчання, освітні технології.

Сучасна епоха, що характеризується стрімким розвитком цифрових технологій та домінуванням інформаційних процесів, вимагає від системи освіти кардинальної перебудови. Глобальний ринок праці та наукова сфера потребують фахівців, здатних оперувати складними, міждисциплінарними знаннями, які інтегрують фундаментальні теоретичні основи з прикладними технологічними навичками. У цьому контексті математика та інформатика набувають статусу не просто окремих дисциплін, а двох взаємозалежних стовпів, що формують основу для інженерії, штучного інтелекту, криптографії та аналізу даних. Нездатність системи освіти забезпечити цей інтегрований підхід ставить під загрозу конкурентоспроможність майбутніх поколінь [1].

В Україні відповіддю на цей запит стала реформа загальної середньої освіти в рамках концепції Нової української школи (НУШ), яка офіційно проголосила пріоритет міждисциплінарних зв'язків та формування компетентностей. Співробітниками Інституту педагогіки НАПН України було створено узгоджені між собою модельні навчальні програми та підручники, що закладають ідею синергії між освітніми галузями, зокрема математичною та інформатичною. Однак, незважаючи на наявність законодавчої та навчально-методичної основи, практична реалізація ідеї інтеграції на рівні конкретного уроку чи навчального проекту залишається складним і багатогранним завданням, яке потребує детального науково-методичного обґрунтування [3].

Теоретична прогалина полягає у недостатньому усвідомленні педагогами та здобувачами освіти глибинного зв'язку між абстрактними математичними концепціями та їхньою роллю у формуванні ключових понять інформатики. Традиційне викладання часто призводить до того, що математика сприймається як набір відірваних від життя правил, а інформатика – як освоєння інструментарію без розуміння його логічних та алгебраїчних основ. У результаті, учні не бачать, як дискретна математика слугує основою для структур даних, як теорія графів застосовується у маршрутизації, а математична логіка є критичною для програмування та штучного інтелекту.

Особливо гостро ця проблема постає у контексті формування ключових сучасних навичок. У статті виділено необхідність розвитку алгоритмічного та обчислювального мислення, які є обов'язковими для ефективної роботи з інформаційними технологіями. Досвід показує, що для опанування програмування вже у 5-му класі учням необхідно добре знати геометричні фігури та їх властивості, а також основні арифметичні та логічні операції. Без чіткої інтеграції, що демонструє, як математичні формули "перекладаються" на мову програмування, процес розвитку цих типів мислення є фрагментарним і несистемним [3].

Таким чином, сформувалася суттєва методична прогалина. Хоча теоретична важливість міждисциплінарних зв'язків визнана, бракує конкретних, апробованих та деталізованих методичних рекомендацій, які б пропонували вчителям «специфічні» приклади та інструменти інтеграції. Існує потреба в розробці практичних підходів для візуалізації математичних концепцій (наприклад, використання GeoGebra або Matplotlib для графіків функцій), для 3D-моделювання стереометричних тіл (SketchUp, Tinkercad) та для реалізації спільних проєктів (створення калькулятора в Scratch або Python), що охоплюють матеріал обох дисциплін.

На основі вищезазначеного, виникає потреба у науковому дослідженні, спрямованому на обґрунтування та розробку ефективного методичного інструментарію для посилення міждисциплінарних зв'язків між математикою та інформатикою. Основна проблема дослідження полягає у переході від загальної ідеї освітньої інтеграції до створення конкретних, практично орієнтованих дидактичних рішень, здатних забезпечити в учнів формування цілісного наукового світогляду та розвиток компетентностей, необхідних для успіху в сучасному технологічному суспільстві.

Метою статті є всебічне дослідження та науково-методичне обґрунтування фундаментального значення і практичної реалізації міждисциплінарних зв'язків між математикою та інформатикою в сучасній системі освіти. Дослідження спрямоване на аналіз того, як математичні основи (зокрема, логіка, алгоритми, дискретна математика) слугують теоретичною базою для ключових концепцій інформатики (програмування, штучний інтелект, 3D-моделювання), з особливою увагою до синергетичного ефекту, який сприяє формуванню в здобувачів освіти цілісного наукового світогляду та розвитку критичного, алгоритмічного й обчислювального мислення. Кінцева мета полягає у розробці та представленні конкретних методичних підходів та навчальних прикладів застосування математичного апарату для ефективного розв'язання прикладних задач інформатики, що має допомогти вчителям впроваджувати міждисциплінарну інтеграцію на практиці.

Детально проаналізуємо контекст даного дослідження, спираючись на останні роботи українських та зарубіжних науковців. Остання хвиля досліджень як в Україні, так і за кордоном, підтверджує, що міждисциплінарні зв'язки між математикою та інформатикою є не просто бажаними, а стратегічно необхідними для підготовки конкурентоспроможних фахівців. Українські науковці, зокрема Пастирська І.Я., активно досліджують міждисциплінарні зв'язки як пропедевтичний етап розвитку інтеграції змісту освіти, закладаючи теоретичну основу для методичних інновацій. У цьому ж руслі працюють і розробники освітніх програм: Інститут педагогіки НАПН України створив пакет модельних програм для Нової української школи (НУШ), які узгоджені між собою з метою посилення міждисциплінарних зв'язків. Ці документи, включно з модельними програмами з математики та інформатики, слугують законодавчо-методичною базою для даної статті, підтверджуючи її актуальність у національному контексті [5].

Зарубіжні дослідження, особливо в рамках концепції STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) та Computational Thinking (Обчислювальне мислення), також акцентують на цьому зв'язку. Західна наука давно визнала, що математика (особливо дискретна математика, математична логіка та теорія графів) є фундаментальною мовою інформатики. Роботи в цій сфері зосереджені на тому, як математичні основи (логіка, алгоритми, теорія множин, теорія ймовірностей, функції) стають теоретичною базою для ключових концепцій інформатики, таких як програмування, структури даних, штучний інтелект та криптографія. Це підтверджує міжнародну тенденцію інтегрувати ці дисципліни для забезпечення глибшого розуміння предметів.

Українські науковці активно розвивають ідею практичної реалізації цієї інтеграції. Наприклад, у роботах Юркової І. та інших дослідників розглядаються конкретні шляхи використання міжпредметних зв'язків безпосередньо на уроках математики. Це стосується і більш спеціалізованих тем, як-от міждисциплінарні зв'язки при вивченні деяких тем дискретної математики та диференціальних рівнянь, що висвітлюється у дослідженнях Страха О. та Лукашової Т. Такі праці створюють методичний прецедент для демонстрації глибокої взаємозалежності дисциплін у шкільному та університетському курсах [3, 4].

Окремим важливим напрямом є дослідження ролі інформатики як інструмента для розвитку математичних знань. Сучасні наукові роботи підкреслюють, що комп'ютерні технології не лише використовують математичні знання, а й надають потужні засоби для їх розвитку, зокрема через реалізацію чисельних методів, які неможливо виконати вручну. Особлива увага приділяється моделюванню та візуалізації, де програми (наприклад, GeoGebra або Matplotlib) та 3D-моделювання (SketchUp, Tinkercad, Blender) дозволяють зробити абстрактні математичні концепції (фрактали, тривимірні фігури, складні функції) наочними та зрозумілими.

Проте, незважаючи на загальне визнання необхідності інтеграції, актуальні дослідження виявляють методичну прогалину. Більшість робіт зосереджується на теоретичному обґрунтуванні або на одиничних, несистемних прикладах. Бракує комплексних, покрокових методичних розробок, що охоплювали б увесь цикл інтеграції – від математичної формули до її програмної реалізації та практичного застосування у формі проєкту. Саме тут дослідницька робота (стаття), пропонуючи конкретні приклади коду для арифметичної прогресії та детальний порядок створення калькулятора у Scratch, виходить за рамки вже відомих досліджень.

Таким чином, дана стаття не лише узагальнює теоретичні передумови, висвітлені в роботах вітчизняних та зарубіжних науковців, але й вносить практичний вклад, пропонуючи систематизовані та деталізовані методичні приклади (наприклад, використання Python та Scratch для задач математики) і конкретні інструменти візуалізації, що доповнює існуючий науково-методичний фонд [7].

Для Нової української школи Інститут педагогіки НАПН України створив пакет модельних програм. Ці модельні програми розроблялись в співпраці фахівців різних галузей, є узгодженими між собою, що забезпечує посилення міжпредметних зв'язків у навчанні. Співробітниками Інституту педагогіки також було створено підручники для різних предметів та інтегрованих курсів Нової української школи. У цих підручниках була реалізована ідея посилення міжпредметних зв'язків, що закладалася в модельних програмах. Співробітниками відділу математичної та інформатичної освіти було створено дві модельні програми з математики та інформатики. Для програмування учням на уроках інформатики необхідна певна математична база. Модельні програми побудовані таким чином, що для опанування учнями програмування у 5 класі вони мають добре знати геометричні фігури та їх властивості. Тож, з математики учні вивчають найпростіші

фігури (точка, відрізок, промінь, пряма, кут, ламана), багатокутники та їх властивості [8].

Математика та інформатика – це дві фундаментальні науки, які тісно переплітаються, створюючи потужний синергетичний ефект. Хоча на перший погляд вони можуть здатися різними, їхні зв'язки є глибокими та взаємовигідними. Математика надає інформатиці теоретичний фундамент, а інформатика, в свою чергу, пропонує інструменти для вирішення складних математичних завдань та візуалізації абстрактних концепцій.

Математика є мовою, якою "розмовляє" інформатика. Основні розділи математики, такі як дискретна математика, математична логіка, теорія графів та теорія ймовірностей, є невід'ємною частиною сучасної інформатики.

Математика та інформатика – це дві взаємопов'язані дисципліни, що створюють основу для сучасних технологій. Їхній зв'язок є ключовим для формування в учнів логічного мислення, аналітичних здібностей та навичок розв'язання проблем. Учитель може ефективно використовувати цей зв'язок на уроках, щоб зробити навчання більш практичним, цікавим та зрозумілим.

Інформатика, особливо програмування, ґрунтується на математичних принципах. Учитель може демонструвати це на практиці.

На уроці математики, вивчаючи арифметичну чи геометричну прогресію, можна запропонувати учням написати простий код, який обчислює n -й член послідовності або суму її перших n членів. Це допомагає зрозуміти, як математичні формули "перекладаються" на мову програмування.

Інформатика надає потужні інструменти для візуалізації абстрактних математичних понять, що робить їх більш наочними та зрозумілими.

Замість того, щоб малювати графіки на папері, учні можуть використовувати програми, такі як GeoGebra або Python з бібліотекою Matplotlib. Це дозволяє їм миттєво бачити, як зміна параметрів у формулі впливає на форму графіка. Наприклад, вивчаючи параболу, можна запропонувати учням змінювати коефіцієнти a, b, c у програмі та спостерігати, як змінюється її вигляд та розташування [4].

За допомогою простих програмних інструментів можна створювати фрактали (наприклад, дерево Піфагора або сніжинку Коха), що дозволяє учням експериментувати з геометричними перетвореннями та рекурсивними процесами. Це не лише захоплює, а й допомагає усвідомити складні математичні ідеї.

При вивченні стереометрії та об'ємних тіл учні можуть використовувати програми для 3D-моделювання, щоб створювати та обертати фігури, обчислювати їхні об'єми та площі. Для навчання стереометрії підійдуть прості та інтуїтивно зрозумілі програми, які не вимагають глибоких навичок.

SketchUp. Це одна з найпопулярніших програм завдяки простому інтерфейсу. Існує безкоштовна версія (SketchUp Free), яка працює прямо у браузері. Вона ідеально підходить для побудови базових геометричних тіл та вивчення їхніх властивостей (див. *рис. 1*).

Tinkercad. Програма від Autodesk, створена спеціально для початківців та дітей. Вона працює онлайн, має дуже простий функціонал і дозволяє швидко ство-

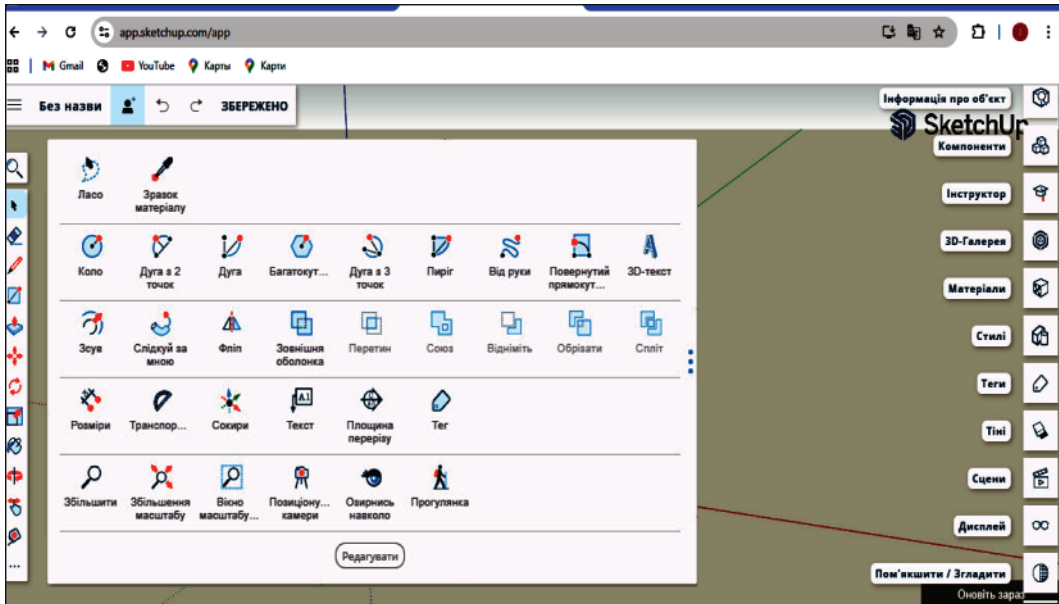


Рис. 1

ривати та комбінувати прості фігури. Це чудовий старт для знайомства з 3D-моделюванням (рис. 2).

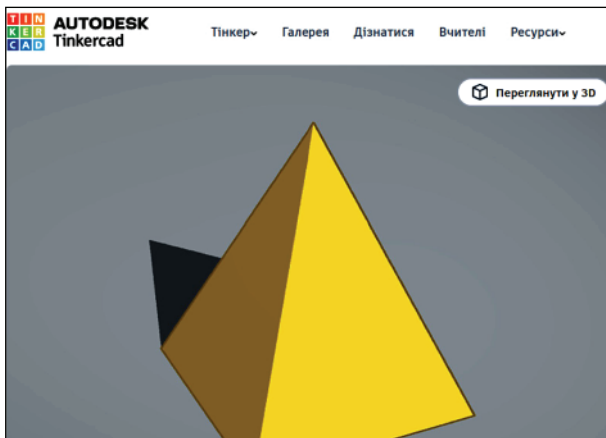


Рис. 2

Blender. Це потужна, безкоштовна програма з відкритим кодом. Хоча вона має значно ширший функціонал, ніж потрібно для шкільного курсу, її можна використовувати для більш просунутих проєктів. Вона

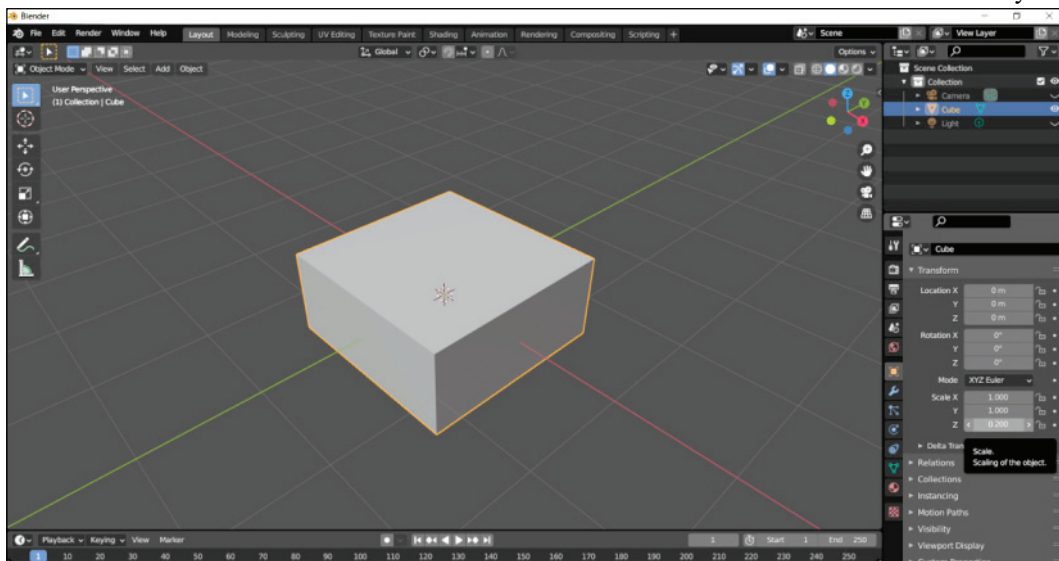


Рис. 3

менш зручна для початківців, але дозволяє створювати професійні 3D-моделі та анімації (див. рис. 3).

Використання 3D-моделювання на уроках стереометрії не тільки робить навчання більш цікавим, але й допомагає учням розвинути навички, які стануть в нагоді у майбутньому в таких сферах, як архітектура, інженерія та дизайн.

Найкращий спосіб інтегрувати ці дві дисципліни – це спільні проєкти.

Проєкт зі створення простого калькулятора, що виконує базові математичні операції, є чудовим способом закріпити знання про змінні, оператори та умовні конструкції. Цей проєкт дозволяє учням краще зрозуміти, як комп'ютер обробляє математичні операції, і розвинути навички логічного мислення та кодування.

Завдяки простому синтаксису Python є чудовим вибором для початківців. Можна почати з консольного калькулятора, а потім перейти до GUI, використовуючи бібліотеки Tkinter або PyQt.

Для молодших класів можна використовувати візуальне блочне програмування у Scratch. Це дозволяє зосередитися на логіці, не переймаючись синтаксисом.

Порядок створення калькулятора в програмі Scratch:

1. Відкрити середовище програмування Scratch.
2. В середовищі програмування вибрати сцену і на ній намалювати копію калькулятора (див. рис. 4).

3. Перейти на вкладку Спрайт / Скрипти (див. рис. 5).

4. Розпочати запис програми:

В блоці Події вибрати коли натиснуто зелений прапорчик, перетягнути його на робочу область (див. рис. 6).

Перейдіть на скрипт Величини та ство-

рність змінну число 1 та число 2 натисніть Ок (див. рис. 7).

Перетягнути зміни на робочу область (див. рис. 8).

Аналогічно до зразка записати скрипти для виконання програми (див. рис. 9).

Самостійно додати 2 скрипти для множення та ділення (аналогічно скриптам додавання та віднімання). Після запису всіх скриптів перейдіть в режим перегляду та запустіть програму на виконання, натиснувши на зелений прапорець (див. рис. 10).

Створення калькулятора – це не просто завдання з програмування, а інструмент, що допомагає учням побачити взаємозв'язок між різними предметами та розвинути критичне мислення.

Учні можуть використовувати програмування для симуляції ймовірнісних подій, наприклад, підкидання монети або гральних кубиків, щоб експериментально перевірити закони теорії ймовірностей.

Прості ігри, такі як "Морський бій" або "Тетріс", потребують глибокого розуміння координат, матриць та логіки, що робить їх чудовим способом застосувати математичні знання.

Інтегруючи математику та інформатику, вчитель не лише надає учням практичні навички, а й формує уявлення про цілісність наукового знання. Це допомагає підготувати учнів до сучасних викликів та зробити їхнє навчання більш осмисленим і мотивованим.

У результаті проведеного дослідження, присвяченого проблемі посилення міжпредметних зв'язків між математикою та інформатикою, було досягнуто поставленої мети та отримано низку важливих теоретичних і практичних результатів. Насамперед, робота підтвердила фундаментальне значення цієї інтеграції, визнаючи математику не просто суміжним предметом, а теоретичним і мовним фундаментом для сучасної інформатики. Було переконливо доведено, що ці дві освітні галузі створюють потужний синергетичний ефект, який є стратегічно важливим для підготовки учнів до викликів цифрового суспільства. Фрагментарне викладання цих дисциплін є неефективним, тоді як їхня свідомо інтеграція забезпечує цілісність наукового пізнання.

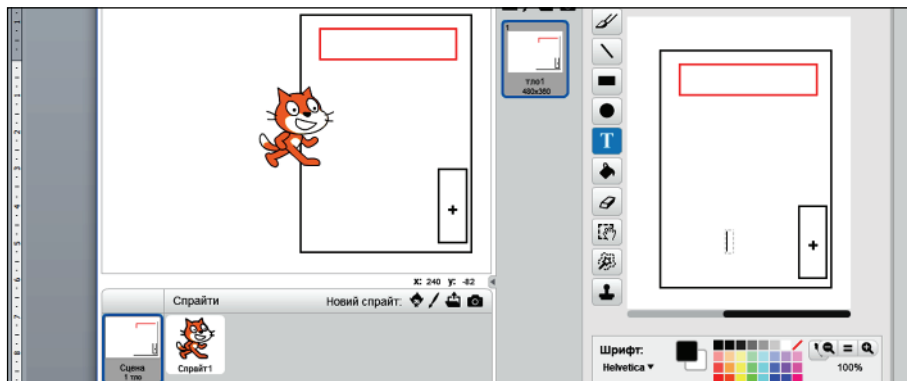


Рис. 4

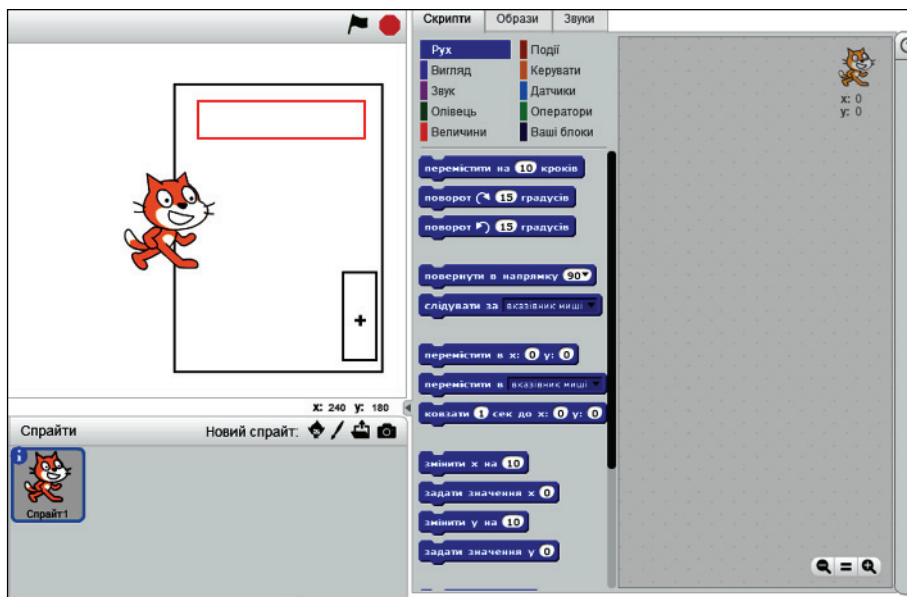


Рис. 5

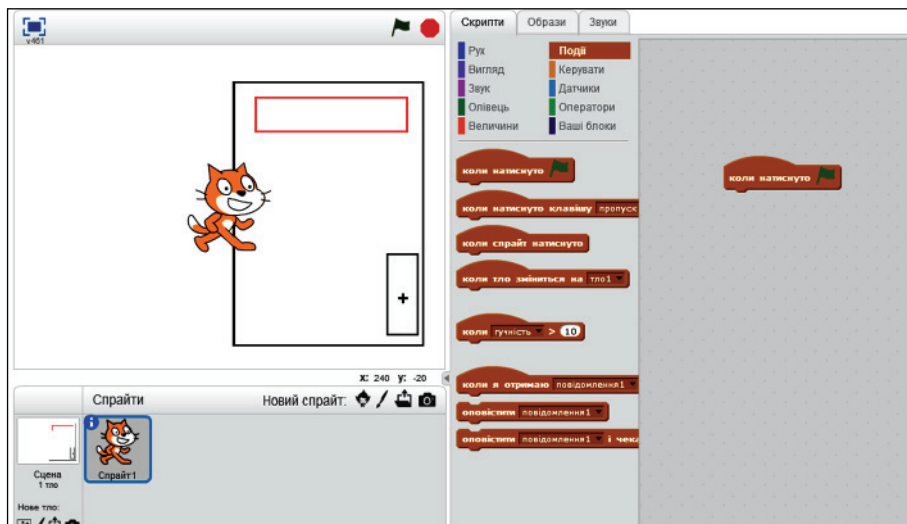


Рис. 6

Запропоновані методики мають прямий позитивний вплив на формування в учнів критично важливих мисленнєвих навичок. Систематичне використання міжпредметних зв'язків сприяє розвитку алгоритмічного мислення (здатності розкладати завдання на послідовні кроки), обчислювального мислення (здатності формувати проблеми та їхні рішення таким чином, щоб їх можна було виконати комп'ютером) та критичного мислення (здатності аналізувати та оптимізувати алгоритми).

Список використаних джерел:

1. Пастирська І.Я. Міжпредметні зв'язки як пропедевтичний етап розвитку інтеграції змісту освіти. *Педагогіка і психологія проф. освіти*. 2015. № 2. С. 34–42.
2. Нова українська школа. Концептуальні засади реформування середньої школи / МОН України. Київ, 2016. 40 с.
3. Модельна навчальна програма «Математика. 5-6 класи» для закладів загальної середньої освіти / авт. Бурда М.І., Васильєва Д.В. Київ: Інститут педагогіки НАПН України, 2021.
4. Модельна навчальна програма «Інформатика. 5-6 класи» для закладів загальної середньої освіти / авт. Пасічник О.В., Чернікова Л.А. Київ: Інститут педагогіки НАПН України, 2021.
5. Юркова І.В. Використання міжпредметних зв'язків математики та інформатики в основній школі. *Актуальні питання гуманітарних наук*. 2020. Вип. 27, т. 5. С. 162–167.
6. Страх О.П. Міждисциплінарні зв'язки при вивченні елементів дискретної математики в курсі інформатики. *Наукові записки [НПУ імені М.П. Драгоманова]*. 2018. № 138. С. 112–118.
7. Лукашова Т.Д. Методика використання середовища GeoGebra у навчанні математики та інформатики. *Фізико-математична освіта*. 2019. Вип. 1 (19). С. 84–90.
8. Wing J.M. Computational Thinking. *Communications of the ACM*. 2006. Vol. 49, no. 3. P. 33–35.
9. Співаковський О.В. Інформаційні технології в освіті: навч. посіб. Херсон: ХДУ, 2017. 244 с.
10. Морзе Н.В. Методика навчання інформатики: навч. посіб.: у 3 ч. Київ: Навчальна книга, 2014. Ч. 1: Загальна методика навчання інформатики. 256 с.

Viktoriiia MARYNINA¹, Rostislav MOTSYK²,
Iryna VOZHGA³

¹Separate Structural Unit of Kamianets-Podilskyi Professional College of the Educational and Rehabilitation Institution of Higher Education "Kamianets-Podilskyi State Institute",

²Kamianets-Podilskyi Ivan Ohienko National University,

³Supporting educational institution "Smotrytsky Lyceum named after M. Smotrytsky", Kamianets-Podilskyi district

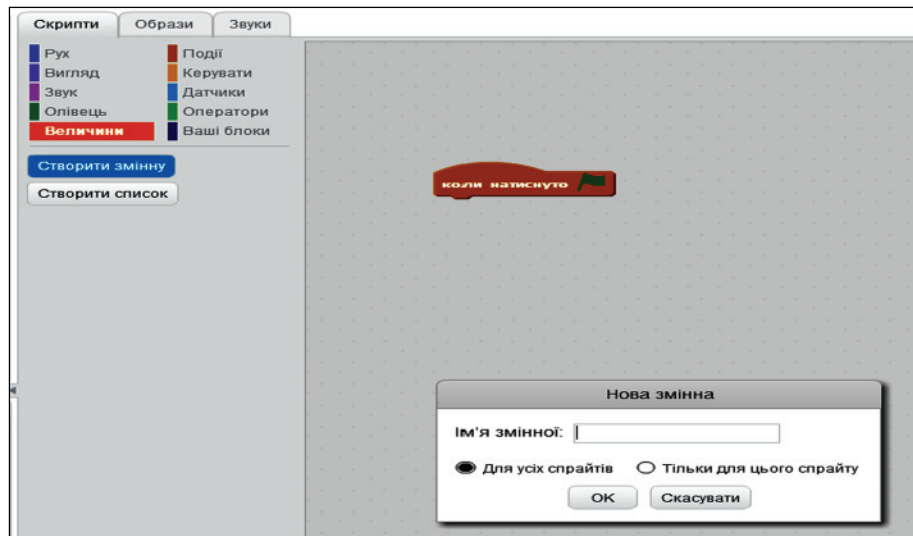


Рис. 7

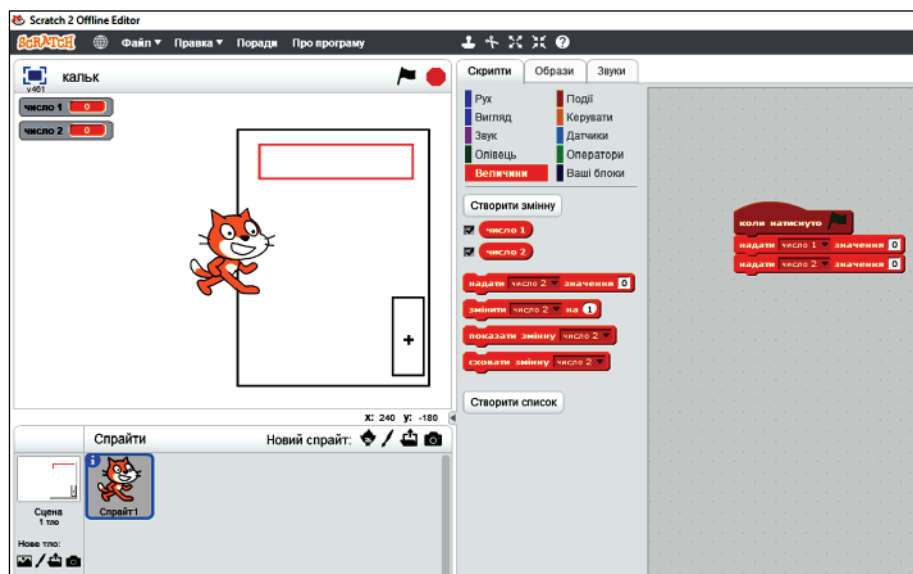


Рис. 8

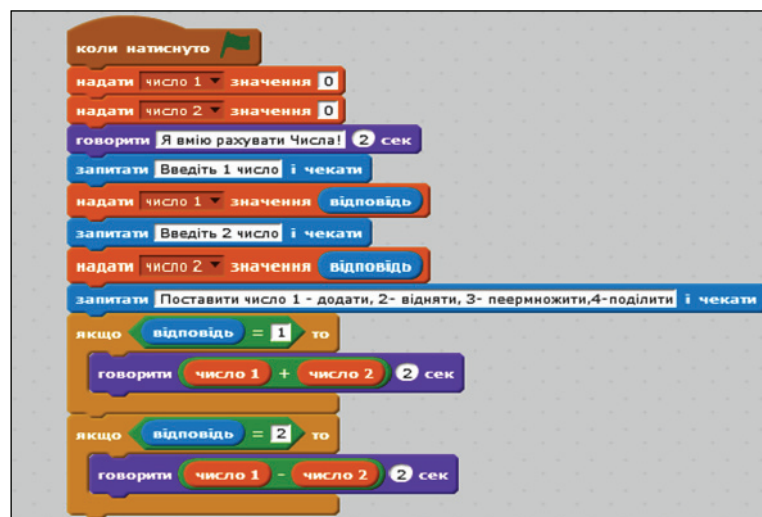


Рис. 9

INTERCURRICULAR RELATIONS: MATHEMATICS AND COMPUTER SCIENCE

Abstract. The article conducts research on the fundamental importance and methodological implementation of interdisciplinary connections between mathematics and computer science in the educational process.

Attention is focused on the close interweaving of these two disciplines, creating a powerful synergistic effect where mathematics acts as the theoretical foundation, and computer science provides tools for solving complex problems and visualizing abstract concepts. It is emphasized that such an integrated approach is key to forming a holistic scientific worldview in students, as well as developing critical, algorithmic, and computational thinking.

The paper provides a detailed analysis of how exactly key mathematical sections provide the theoretical basis for computer science. Specifically, discrete mathematics is the foundation for algorithms and data structures (arrays, trees), mathematical logic is critically important for programming languages and artificial intelligence, graph theory is applied to network modeling and pathfinding algorithms, and probability theory and statistics lie at the core of machine learning, data analysis, and cryptography. This review confirms the thesis that mathematics is essentially "the language computer science speaks".

Particular attention is paid to practical methodological approaches that help the teacher effectively use this connection in lessons. Specific educational examples are provided. In particular, the study of arithmetic progression in a mathematics lesson is proposed to be combined with writing a simple code (a Python example is given) that calculates the n -th term or the sum of the first n terms of the sequence. Furthermore, the role of computer science in visualizing complex mathematical concepts, such as function graphs using Matplotlib or GeoGebra, as well as the creation of fractals and 3D modeling of geometric bodies using SketchUp or Tinkercad, is highlighted.

Key words: interdisciplinary connections, mathematics, computer science, algorithmic thinking, computational thinking, learning integration, educational technologies.

References:

1. Pastyrska I.Ya. Mizhpredmetni zviazky yak propedevtychnyi etap rozvytku intehratsii zmistu osvity. *Pedahohika i psykholohiia prof. osvity*. 2015. № 2. S. 34–42.
2. Nova ukrainska shkola. Kontseptualni zasady reformuvannia serednoi shkoly / MON Ukrainy. Kyiv, 2016. 40 s.
3. Modelna navchalna prohrama «Matematyka. 5-6 klasy» dlia zakladiv zahalnoi serednoi osvity / avt. Burda M.I.,

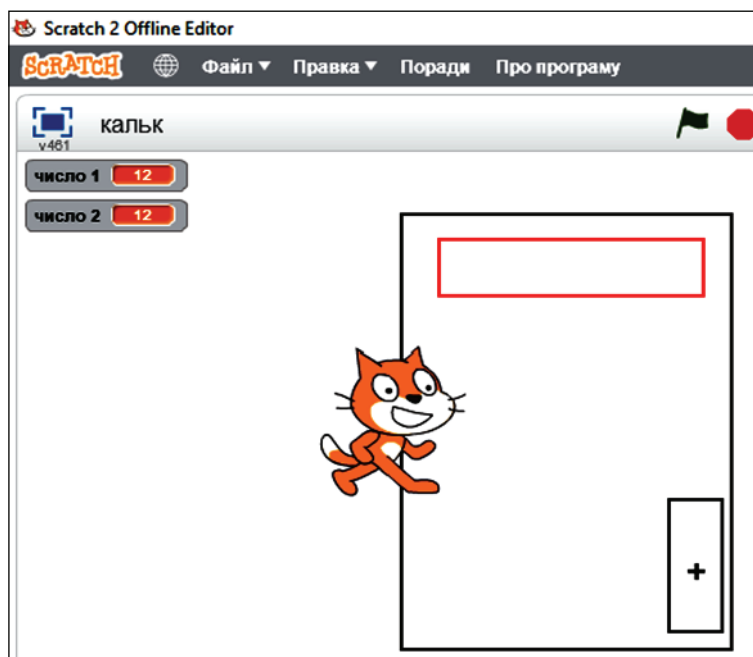


Рис. 10

Vasylieva D.V. Kyiv: Instytut pedahohiky NAPN Ukrainy, 2021.

4. Modelna navchalna prohrama «Informatyka. 5-6 klasy» dlia zakladiv zahalnoi serednoi osvity / avt. Pasichnyk O.V., Chernikova L.A. Kyiv: Instytut pedahohiky NAPN Ukrainy, 2021.
5. Yurkova I.V. Vykorystannia mizhpredmetnykh zviazkiv matematyky ta informatyky v osnovnii shkoli. *Aktualni pytannia humanitarnykh nauk*. 2020. Vyp. 27, t. 5. S. 162–167.
6. Strakh O.P. Mizhdystyplinarni zviazky pry vyvchenni elementiv dyskretnoi matematyky v kursy informatyky. *Naukovi zapysky [NPU imeni M.P. Drahomanova]*. 2018. № 138. S. 112–118.
7. Lukashova T.D. Metodyka vykorystannia seredovyshcha GeoGebra u navchanni matematyky ta informatyky. *Fizyko-matematychna osvita*. 2019. Vyp. 1 (19). S. 84–90.
8. Wing J.M. Computational Thinking. *Communications of the ACM*. 2006. Vol. 49, no. 3. P. 33–35.
9. Spivakovskiy O.V. Informatsiini tekhnolohii v osviti: navch. posib. Kherson: KhDU, 2017. 244 s.
10. Morze N.V. Metodyka navchannia informatyky: navch. posib.: u 3 ch. Kyiv: Navchalna knyha, 2014. Ch. 1: Zahalna metodyka navchannia informatyky. 256 s.

Отримано: 27.10.2025

Юрій МИРОШНІЧЕНКО¹, Олена КИРИЛЕНКО², Наталія ПАВЛОВА³

Український державний університет імені Михайла Драгоманова

e-mail: ¹yr-mir@ukr.net, ²etfa@ukr.net, ³n.yu.pavlova@udu.edu.ua;ORCID: ¹0000-0002-4321-7782, ²0000-0002-0513-5655, ³0000-0003-2140-5296**МІСІЯ «ВОЯДЖЕР»: НОВІ ВІДКРИТТЯ ЗА МЕЖАМИ СОНЯЧНОЇ СИСТЕМИ ТА МОЖЛИВОСТІ ЇХ ВИКОРИСТАННЯ У ПРОФЕСІЙНІЙ ПІДГОТОВЦІ МАГІСТРАНТІВ З ФІЗИКИ ТА АСТРОНОМІЇ**

Анотація: Місія космічних апаратів “Вояджер-1” та “Вояджер-2” надала несподівані наукові дані про структуру геліосфери й особливості міжзоряного простору. Досягнувши геліопаузи – межі, де сонячний вітер втрачає силу, – зонди зафіксували низку явищ, які мають важливе значення для сучасної астрофізики: зону надвисоких температур («стіна вогню»), підвищену концентрацію наденергійних частинок та несподіване вирівнювання міжзоряного та геліосферного магнітних полів. Отримані результати розширили уявлення про межі Сонячної системи та взаємодію сонячного й міжзоряного середовищ.

Поряд з науковою цінністю матеріали місії «Вояджер» мають значний освітній і методичний потенціал. Вони можуть бути ефективно використані у професійній підготовці магістрантів спеціальності А4 Середня освіта (А4.08 Фізика та астрономія) для формування астрономічної компетентності, розвитку дослідницьких умінь, опрацювання реальних наукових даних та інтеграції сучасних астрофізичних знань у шкільний курс фізики й астрономії.

Ключові слова: “Вояджер-1”, “Вояджер-2”, Сонячна система, геліопауза, магнітні поля, міжзоряний простір, підготовка вчителя фізики, астрономічна компетентність.

Перші сенсаційні повідомлення про те, що автоматичний зонд “Вояджер-1” (Voyager-1), запущений NASA ще в 1977 році для дослідження Юпітера і Сатурна, покинув Сонячну систему, з’явилися в березні 2013 року.

“Вояджер-1” – єдиний створений людиною об’єкт, який прославився тим, що вирвався за межі нашого “космічного дому” – Сонячної системи (рис. 1). Причому зробив це фактично двічі. Де він перебуває нині? Технічно – все ще в її межах.

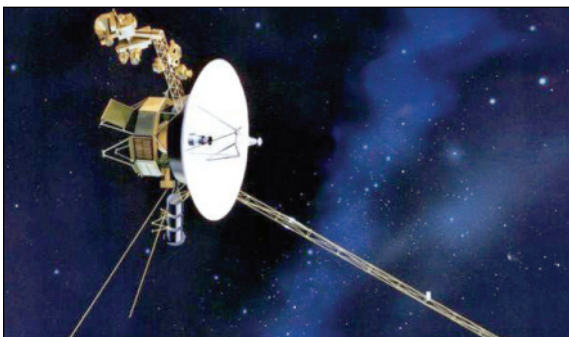


Рис. 1. “Вояджер-1” – космічний апарат, який полетів найдалі від Землі. Запущений 48 років тому

Отже, де саме закінчується Сонячна система? Це питання термінології – усе залежить від того, що вважати її межею [4, 6].

У загальному розумінні Сонячна система складається з восьми планет (Меркурій, Венера, Земля, Марс, Юпітер, Сатурн, Уран і Нептун), їх супутників, головного пояса астероїдів (між орбітами Марса і Юпітера), численних комет, а також пояса Койпера. У цьому поясі містяться переважно малі тіла, що залишилися після формування Сонячної системи, і кілька карликових планет – серед них Плутон, який понад десятиліття тому був перекласифікований із звичайної планети у карликову. Пояс Койпера за структурою схожий на пояс астероїдів, але значно перевершує його за розмірами та масою [4].

Щоб оцінити масштаби цієї частини Сонячної системи, використовують астрономічну одиницю

(а.о.), яка дорівнює середній відстані від Землі до Сонця (близько 150 млн км або 93 млн миль).

Остання планета – Нептун – віддалена від Сонця на відстань близько 30 а.о., а до пояса Койпера – 50 а.о. Додаючи ще близько 70 а.о., ми підходимо до першої умовної межі Сонячної системи – зовнішнього кордону геліосфери, яку і перетнув “Вояджер-1”.

Всі описані об’єкти – планети, пояс Койпера і простір за ним – перебувають під впливом сонячного вітру, безперервного потоку заряджених частинок (плазми), що виходить із сонячної корони [4, 11, 12]. Цей потік формує навколо системи своєрідний міхур, який витісняє міжзоряне середовище і називається геліосферою.

У міру віддалення від Сонця швидкість частинок поступово зменшується через опір міжзоряного середовища, що складається переважно з атомів водню, гелію, а також важчих елементів – наприклад, вуглецю – і пилу (приблизно 1% маси). Коли сонячний вітер різко сповільнюється й його швидкість стає меншою за швидкість звуку, формується кордон ударної хвилі (*termination shock*) [10].

“Вояджер-1” перетнув цю межу у 2004 році, а його брат-близнюк “Вояджер-2” – в 2007 році, увійшовши в область під назвою геліосхита (*heliosheath*), який знаходиться перед входом до Сонячної системи (рис. 2). У просторі геліосхита сонячний вітер починає взаємодіяти з міжзоряним середовищем, і їх тиск один на одного збалансовано.

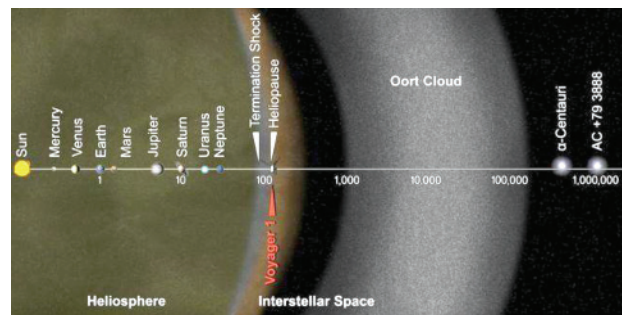


Рис. 2. Шлях “Вояджер-1”. На схемі NASA показано, що апарат подолав зони ударної хвилі та геліопаузи

У міру просування далі сила сонячного вітру все більше слабшає і в кінцевому результаті повністю поступається зовнішньому середовищу – цей умовний зовнішній кордон називають геліопаузою. Подолавши її в серпні 2012 року, "Вояджер-1" увійшов в міжзоряний простір і, якщо брати в якості кордонів межі найбільш відчутного впливу сонячного вітру – покинув Сонячну систему (рис. 3) [4, 12]. Втім, за поширенням у науковому середовищі тлумаченням, зонд ще не здолав і половини шляху до «справжніх» меж Сонячної системи.



Рис. 3. Одна з найвідоміших фотографій, зроблених "Вояджером" – *Pale Blue Dot* ("Блідо-блакитна точка", 1990 р.). Апарат отримав команду «озирнутися назад» і сфотографувати Землю

Як вчені визначили, що "Вояджер-1" подолав геліопаузу? Оскільки апарат досліджує раніше не освоєний простір, його точне місцезнаходження визначити непросто. Тому науковці орієнтуються за телеметричними даними, що передаються на Землю [11, 12]. Коли показники апарата стали вказувати на зміну навколишнього середовища, з'явилися перші припущення, що «Вояджер» наближається до міжзоряного простору (рис. 4) [12].

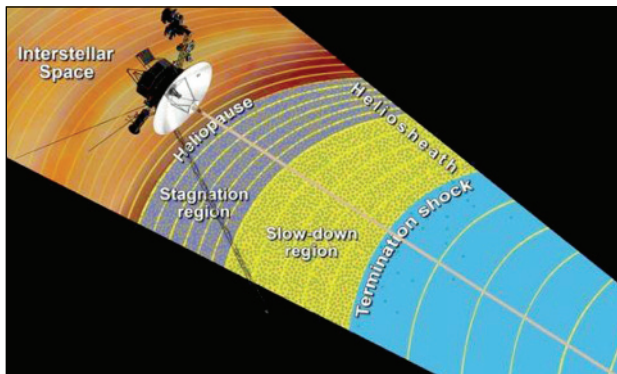


Рис. 4. Етапи виходу "Вояджера" в міжзоряний простір: ударна хвиля, геліощит (жовтий і фіолетовий відрізки) та геліопауза (схема NASA)

Найбільш простий спосіб визначити, чи подолав апарат заповітну межу, – виміряти температуру, тиск і густину плазми, навколо зонду. Однак прилад, здатний робити такі виміри, перестав працювати на "Вояджер" ще в 1980 році. Тому, фахівцям довелося орієнтуватися на два інші інструменти: детектор космічних променів і плазмовий хвильовий прилад [4].

У той час як перший періодично фіксував зростання рівня космічних променів галактичного походження (і падіння рівня сонячних частинок), саме плазмовому хвильовому приладу вдалося переконати вчених у місцезнаходженні апарату – завдяки так зва-

ним корональним викидам маси, які відбуваються на нашій зорі.

При ударній хвилі, яка утворювалась після коронального викиду маси на Сонці, пристрій фіксував коливання електронів плазми, за допомогою яких можна було визначити її густину [10].

Фахівці змогли зрозуміти, де знаходиться "Вояджер", завдяки спалахам на Сонці (рис. 5). "Ця хвиля змушує плазму нібито дзвеніти, – у той час плазмовий хвильовий прилад дозволяє нам виміряти частоту цього дзвону, а детектор космічних променів показує, звідки прийшов цей дзвін".

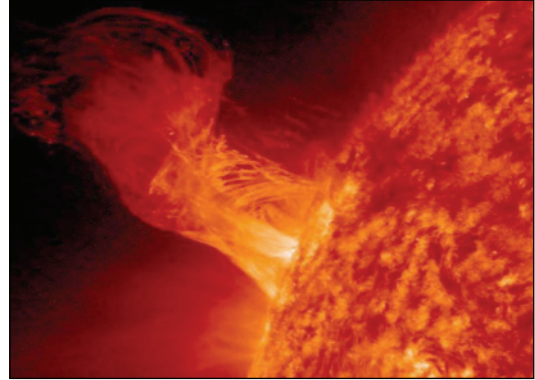


Рис. 5. Спалах на Сонці. Саме такі події допомагають фіксувати положення "Вояджера"

Чим більша густина плазми, тим більша частота коливань. Завдяки другій на рахунку "Вояджера" хвилі, в 2013 році вчені змогли дізнатися, що зонд вже більше року летить крізь плазму, густина якої в 40 разів перевищує попередні виміри.

Третя хвиля, зафіксована в березні 2014 року, показала незначні в порівнянні з попередніми зміни в густині плазми, що підтверджує перебування зонда в міжзоряному просторі (рис. 6) [11].



Рис. 6. Так виглядав центр управління "Вояджер" у 1980 році

Отже, "Вояджер-1" вибрався за межі найбільш "густонаселеної" частини Сонячної системи і зараз знаходиться в 137 астрономічних одиницях, або 20,6 млрд км від Землі. Простежити за ним можна за покликанням: <https://voyager.jpl.nasa.gov/mission/status/> (див. рис. 7) [10].

За розрахунками NASA, приблизно через 30 тисяч років він нарешті остаточно покине систему. Справа в тому, що Сонце, акумулюючи в собі переважну частину маси всієї системи – 99%, поширює свій гравітаційний вплив далеко за межі пояса Койпера і навіть геліосфери [4].

Приблизно через 300 років "Вояджер" повинен зустрітися з Хмарию Оорта – гіпотетичною (бо ніх-

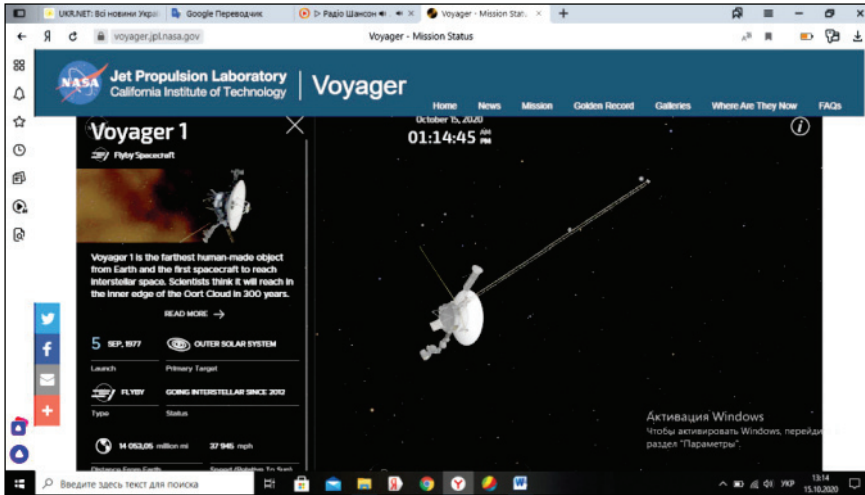


Рис. 7. Сторінка сайту NASA: <https://voyager.jpl.nasa.gov/mission/status/>

то ніколи її не бачив і вчені мають лише теоретичне уявлення про неї) сферичною областю, що оперізує Сонячну систему [4, 11].

У ній знаходяться, притягаючись до нашої зорі, в основному крижані об'єкти, що складаються з води, аміаку і метану, – вони, за версією вчених, спочатку сформувалися набагато ближче до Сонця, але потім були відкинуті на задвірки Сонячної системи гравітацією планет-гігантів. Для того, щоб обернутися навколо нас, їм потрібні тисячоліття. Вважається, що деяким з цих об'єктів вдається потрапити назад, – і тоді ми помічаємо їх в формі комет [16].

Одні з недавніх прикладів – це комети C/2012 S1 (ISON) і C/2013 A1 (МакНота). Перша розпалася після проходження повз Сонце, друга пройшла поблизу Марса і покинула внутрішню область системи.

Гіпотетична межа Хмари Оорта і є остання межа Сонячної системи – межа гравітаційної могутності нашої зорі, або сфера Хілла. За межами Хмари Оорта немає нічого – тільки світло, що виходить від Сонця і подібних їй зір.

Через кілька років вчені почнуть поступово відключати прилади "Вояджера-1". Останній, як очікується, припинить працювати близько 2026 року, після чого зонд буде відправляти дані на Землю ще кілька років, а потім продовжить свою подорож в космічній тиші.

Щоб досягти меж сфери Хілла, сонячному світлу, що рухається з максимально відомою нам швидкістю, потрібно близько двох років. До найближчої до нас зорі – Проксима Центавра – воно доходить приблизно за чотири роки. "Вояджер", якби його шлях пролягав до неї, знадобилося б понад 73 тисяч років [10].

Цікаві факти про місію "Вояджер":

- Незважаючи на назву, першим був запущений "Вояджер-2" – 20 серпня 1977 року (див. рис. 8). "Вояджер-1" стартував 5 вересня того ж року.
- Офіційна місія зондів полягала у вивченні Юпітера і Сатурна.
- Апаратом вдалося вивчити і зробити фотографії Юпітера, Сатурна, Урана і Нептуна і їх супутників, а також провести унікальні дослідження системи кілець Сатурна і магнітних полів планет-гігантів.
- "Вояджер-1" потім приступив до своєї "міжзоряної місії" і став самим далеким від Землі об'єктом,

який створила людина. Тепер в його завдання входить дослідження геліопаузи і середовища за межами впливу сонячного вітру. "Вояджер-2" в найближчі роки також повинен перетнути геліопаузу.

• На борту обох "Вояджер" є так звані Золоті платівки із записом звукових і відеосигналів (див. рис. 9) [10]. На них відтворено карту пульсарів з відміткою положення Сонця в Галактиці. Крім того, фахівці включили до запису все, що на їхню думку, потрібно знати представникам позаземного життя про людство: фотографії, вітання на 55 мовах, в тому числі давньогрецькій, те-

лугу з кантонським діалектом, звуки земної природи (вулкани і землетруси, вітер і дощ, птаці і шимпанзе, людські кроки, стукіт серця і сміх), а також музичні твори – від Баха і Стравінського до Чака Беррі та Блайнд Віллі Джонсона [10].

Нині, майже через 50 років, обидва зонди усе ще працюють – і, можливо, їхнє найвеличніше відкриття сталося вже після того, як вони покинули наш космічний "двір".

Несподівані дані, передані "Вояджер-1", спантеличили науковців. NASA повідомило про виявлення своєрідної "стіни вогню", що оточує Сонячну систему (див. рис. 10) [12].

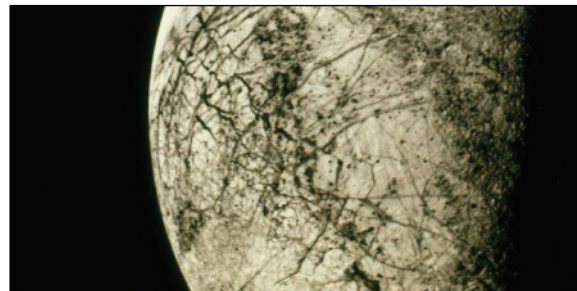


Рис. 8. Знімок Європи – одного із супутників Юпітера, зроблений "Вояджером-2"

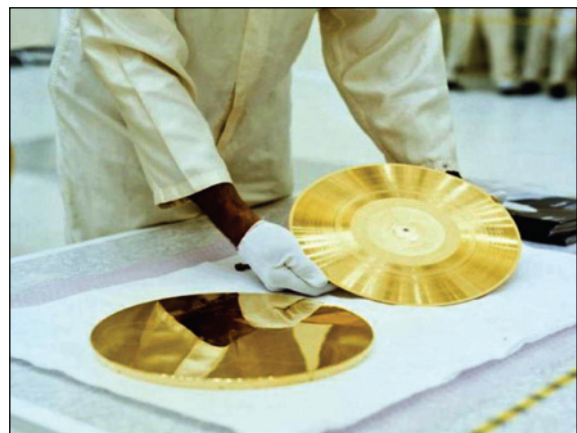


Рис. 9. На цих пластинках міститься інформація про багатство та розмаїття людської культури

Питання щодо розмірів Сонячної системи давно цікавить науковців. Одні вважають, що вона закінчується за орбітою Нептуна, інші – десь у далекій Хмарі

Оорта, де “сплять” комети. Проте NASA використовує інше визначення: “Точною межею Сонячної системи вважають геліопаузу – область, у якій сонячний вітер втрачає силу, і починається міжзоряний простір”. Отже, геліопауза – це межа, де припиняється вплив сонячного вітру і починається міжзоряний простір, який оточує Сонячну систему і є її закінченням (див. рис. 11) [12].



Рис. 10. NASA зробило дивовижне відкриття / фото ua.depositphotos.com

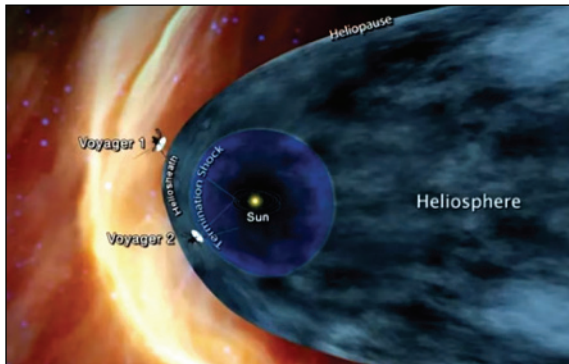


Рис. 11. Художнє зображення геліопаузи

Сонце випромінює постійний потік заряджених частинок – сонячний вітер, який формує міхур навколо Сонячної системи, що зветься геліосферою. Усередині нього ми перебуваємо під своєрідним “захистом” Сонця. За його межами починається інший світ – простір з іншим складом плазми, магнітних полів і космічного випромінювання. Саме туди – на межу між сонячним і міжзоряним середовищем – дісталися “Вояджери”.

Наша планета також постійно перебуває під впливом потоку сонячного вітру – заряджених частинок, що вилітають із Сонця. Щосекунди Сонце викидає в космос близько 1,5 мільйони тонн речовини зі швидкістю сотень кілометрів за секунду, але магнітне поле Землі захищає нас від більшості цього потоку (рис. 12) [12].

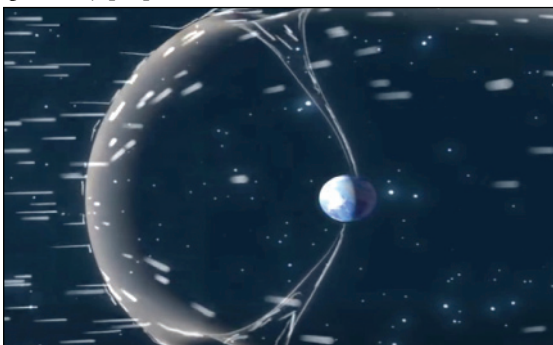


Рис. 12. Художнє зображення захисту магнітним полем Землі

Після того як зонди перетнули геліопаузу, сталося щось зовсім несподіване. *Voyager 1* першим подолав цю межу, а через шість років його наздогнав *Voyager 2*. Обидва апарати, в різний час, передали одне й те саме повідомлення: вони пройшли через область з дуже високими температурами – від 30 000 до 50 000°C. Ця область була настільки гарячою, що її назвали “стіною вогню”.

“Коли це вперше зафіксував *Voyager 1*, у вчених була тільки одна вибірка даних магнітних полів, і вони не могли з упевненістю сказати, чи спостережуване вирівнювання є типовим для всієї зовнішньої області, чи це випадковість. Спостереження магнітометра *Voyager 2* підтвердили результати *Voyager 1* і показали, що два магнітних поля дійсно вирівняні”, – заявили в NASA.

Це не означає, що зонд «загорівся» або пройшов крізь справжню піч (особливо з урахуванням того, що нещодавно NASA змогло “оживити” *Voyager 1*). Річ у тім, що ця “стіна” не є твердою або палаючою. Це – область із високою концентрацією наденергійних частинок, густина яких настільки низька, що тепло навіть не передається звичайним чином [11].

Проте явище виявилось настільки несподіваним і екстремальним, що науковці замислилися: як така структура могла залишатися непоміченою протягом десятиліть?

І ніби високої температури було недостатньо, “Вояджери” здійснили ще одне відкриття. Після проходження через “стіну” їх датчики почали фіксувати поведінку магнітного поля міжзоряного простору. І тоді сталося справжнє відкриття: зовнішнє поле виявилось вирівняним із внутрішнім магнітним полем геліосфери. А раніше вважалося, що “зовні” діють зовсім інші закони, не пов’язані з впливом Сонця [12].

Педагогічний потенціал місії “Вояджер” у підготовці магістрантів за освітньо-професійною програмою Середня освіта (фізика та астрономія) в Українському державному університеті імені Михайла Драгоманова.

Місія “Вояджер” має значний освітній потенціал у підготовці майбутніх учителів фізики та астрономії. Для магістрантів вона може слугувати прикладом ефективної інтеграції сучасних астрофізичних досліджень у професійну діяльність учителя. Аналіз телеметричних даних, фізичних моделей геліосфери, явищ плазмової взаємодії та міжзоряного середовища сприяє розвитку у студентів умінь інтерпретувати результати реальних наукових експедицій і застосовувати їх у навчальному процесі.

Дослідження місії “Вояджер” розширює зміст фахової підготовки магістрантів у таких аспектах:

- формування астрономічної компетентності, зокрема умінь аналізувати будову і межі Сонячної системи;
- удосконалення навичок роботи з науковою інформацією, включаючи телеметрію, графічні матеріали, моделі магнітних полів;
- застосування фізичних законів у контексті реальних космічних експериментів (рух по міжпланетним траєкторіям, гравітаційні маневри, взаємодія плазми);
- формування професійно-педагогічних умінь, пов’язаних із добором наукового матеріалу для його подальшого використання в шкільному курсі фізики та астрономії;

• підготовка до STEM-орієнтованого навчання, розвитку дослідницьких навичок і використання сучасних наукових кейсів.

Місія «Вояджер» може використовуватися у викладанні дисципліни «Теоретична астрономія». На її основі магістранти можуть розробляти демонстраційні матеріали, аналізувати моделі космічних процесів, створювати міні-проекти для учнів, опановувати підходи до популяризації науки.

Таким чином, описані у статті наукові результати місії «Вояджер» слугують не лише джерелом сучасної астрофізичної інформації, а й важливим інструментом професійної підготовки майбутніх учителів фізики, сприяючи формуванню їхньої наукової культури, критичного мислення та здатності до інтеграції складних фізичних понять у педагогічну практику.

Висновок. Місія космічних апаратів «Вояджер» стала тріумфом досліджень, підтвердивши досягнення меж Сонячної системи та надавши революційні дані про міжзоряний простір. Перетнувши геліопаузу – область, де сонячний вітер втрачає силу, – зонди «Вояджер-1» і «Вояджер-2» зафіксували явища, які кинули виклик усталеним припущенням.

Ключові відкриття «Вояджерів» стосуються двох несподіваних феноменів на кордоні нашої планетної системи. По-перше, було виявлено так звану «стіну вогню» – зону з надзвичайно високими температурами, що сягають від 30 000 до 50 000°C. Хоча ця область складається з наденергійних частинок низької густини, сам факт існування такої несподіваної та потужної структури на межі геліосфери вимагає перегляду моделей взаємодії сонячного та міжзоряного середовищ. По-друге, апарати зафіксували несподівану поведінку магнітного поля: зовнішнє міжзоряне поле виявилось вирівняним із внутрішнім полем геліосфери. Це суперечить попереднім науковим припущенням, згідно з якими за межами геліосфери мали б діяти зовсім інші фізичні закономірності, не пов'язані з впливом Сонця.

Таким чином, місія «Вояджер» надала критично важливі емпіричні докази, які відкривають нову еру для наукових дискусій щодо визначення справжніх меж Сонячної системи та природи фізичних процесів на цьому кордоні. Отримані дані є безцінними для розуміння того, як наша планетарна система взаємодіє з ширшим космічним середовищем.

Отримані та узагальнені у статті матеріали мають не лише наукове, а й суттєве педагогічне значення для підготовки магістрантів спеціальності А4 Середня освіта (А4.08 Фізика та астрономія). Аналіз місії «Вояджер» сприяє розвитку здатності майбутніх учителів працювати з сучасними даними астрофізики, інтегрувати результати реальних досліджень у навчальний процес, формувати в учнів науковий світогляд і мотивацію до вивчення природничих дисциплін. Використання матеріалів космічних місій у професійній підготовці забезпечує відповідність освітнього процесу вимогам НУШ та сучасним тенденціям наукової освіти.

Список використаних джерел:

1. «Астроосвіта» (веб-сайт астрономічної освіти): веб-сайт. URL: <http://astroosvita.kiev.ua/> (дата звернення: 25.10.2025).
2. «Астрономічна обсерваторія» (веб-сайт Астрономічної обсерваторії Київського національного університету імені Тараса Шевченка). URL: <http://www.observ.univ.kiev.ua> (дата звернення: 20.10.2025).
3. «Астрономія для всіх» (персональний сайт Ю.Б. Миросніченка). URL: <http://yuriy-myroshnichenko.edukit.kiev.ua/> (дата звернення: 23.09.2025).
4. «NASA Astronomical News. Space News»: website. URL: <http://www.nasa.gov/> (date of application: 23.09.2025).
5. «Астрофізика високих енергій» (веб-сайт відділу Астрофізики високих енергій). URL: <http://hea.iki.rssi.ru/ru/index.php/> (дата звернення: 23.09.2025).
6. The European Space Agency (ESA): website. URL: <http://www.esa.int/rosetta> (date of application: 10.09.2025).
7. Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR): webseite. URL: <http://www.dlr.de> (datum der Bewerbung: 11.09.2025).
8. «Кафедра астрономії та фізики космосу» (веб-сайт кафедри астрономії та фізики космосу фізичного факультету Київського національного університету імені Тараса Шевченка). URL: http://space.univ.kiev.ua/viewpage.php?page_id=1/ (дата звернення: 20.10.2025).
9. «Київський планетарій» (веб-сайт Київського планетарію). URL: <http://www.kievplanet.org.ua/> (дата звернення: 20.09.2025).
10. «Наукова бібліотека» (веб-сайт Наукової бібліотеки). URL: <http://www.library.ukma.kiev.ua/> (дата звернення: 23.09.2025).
11. Вояджер-1. Веб-сайт «Вікіпедія». URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%BE%D1%8F%D0%B4%D0%B6%D0%B5%D1%80-1> (дата звернення: 22.10.2025).
12. Web page of the ASTROPHYSICAL JOURNAL «Forbes» URL: <https://www.forbes.com/sites/startwithabang/2018/03/24/ask-ethan-if-dark-matter-is-everywhere-why-havent-we-detected-it-in-our-solar-system/?sh=763945c5352f> (date of application: 11.09.2025).
13. «DominionAstrophysicalObservatory»: website. URL: <https://www.sciencedaily.com/releases/2023/11/231120170937.htm> (date of application: 19.09.2025).
14. Muinonen K. Coherent backscattering by Solar system dust particles. In: IAU Symposium No. 160, *Asteroids, Comets, Meteors 2013*. Kluwer Academic Publisher, Dordrecht. 2014. P. 271–296.
15. Muinonen K. Coherent backscattering of light by complex random media of spherical scatterers: Numerical solution. *Waves in Random Media*. 2004. № 14 (3). P. 365–388.
16. Asteroid photometric and polarimetric phase effect / Muinonen K. at all. In: *Asteroids III* (W. Bottke et al. eds.). Univ. of Arizona, Tucson. 2022. P. 123–138.
17. Polarization and brightness opposition effects for the E-type Asteroid 64 Angelina / Rosenbush V.K. at all. *Icarus*. 2005. V. 178. P. 222–234.

Yuriy MYROSHNICHENKO, Olena KYRYLENKO, Nataliia PAVLOVA

Dragomanov Ukrainian State University

THE VOYAGER MISSION: NEW DISCOVERIES BEYOND THE SOLAR SYSTEM AND THEIR USE IN THE PROFESSIONAL TRAINING OF MASTER'S STUDENTS IN PHYSICS AND ASTRONOMY

Abstract. The Voyager 1 and Voyager 2 spacecraft missions have provided unexpected scientific data on the structure of the heliosphere and the characteristics of interstellar space. After reaching the heliopause – the boundary where the solar wind loses its strength – the probes recorded several phenomena of great significance

for modern astrophysics, including a region of extremely high temperatures ("the wall of fire"), an increased concentration of high-energy particles, and an unexpected alignment between the interstellar and heliospheric magnetic fields. These findings broaden current understanding of the boundaries of the Solar System and the interaction between solar and interstellar media.

Alongside their scientific value, the materials obtained from the Voyager mission possess considerable educational and methodological potential. They can be effectively integrated into the professional training of master's students majoring in Secondary Education (Physics and Astronomy) to develop astronomical competence, enhance research skills, work with real scientific data, and incorporate contemporary astrophysical knowledge into the school curriculum of physics and astronomy.

Key words: Voyager 1, Voyager 2, Solar System, heliopause, magnetic fields, interstellar space, teacher training, astronomical competence.

References:

1. «Astroosvita» (vib-sajt astronomichnoyi osvity). URL: <http://astroosvita.kiev.ua/>
2. «Astronomichna observatoriya» (vib-sajt Astronomichnoyi observatoriya Kyivivs'kogo nacional'nogo universytetu imeni Tarasa Shevchenka). URL: <http://www.observ.univ.kiev.ua>
3. «Astronomiya dlya vsix» (personal'nyj sayt Yu.B. Myroshnichenka). URL: <http://yuriy-myroshnichenko.edukit.kiev.ua/>
4. «NASA Astronomical News. Space News»: website. URL: <http://www.nasa.gov/>
5. «Astrofizyka vysokyx energiy» (vib-sajt viddilu Astrofizyki vysokyx energiy). URL: <http://hea.iki.rssi.ru/ru/index.php/>
6. The European Space Agency (ESA): website. URL: <http://www.esa.int/rosetta>
7. Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR): website. URL: <http://www.dlr.de>
8. «Kafedra astronomiyi ta fizyky kosmosu» (vib-sajt kafedry astronomiyi ta fizyky kosmosu fizychnogo fakul'tetu Kyivivs'kogo nacional'nogo universytetu imeni Tarasa Shevchenka). URL: http://space.univ.kiev.ua/viewpage.php?page_id=1/
9. «Kyivivs'kyj planetarij» (vib-sajt Kyivivs'kogo planetariyu). URL: <http://www.kievplanet.org.ua/>
10. «Naukova biblioteka» (vib-sajt Naukovoyi biblioteki). URL: <http://www.library.ukma.kiev.ua/>
11. Voyadzher-I. Vib-sajt «Vikipediya». URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%BE%D1%8F%D0%B4%D0%B6%D0%B5%D1%80-1>
12. Web-page of the ASTROPHYSICAL JOURNAL "Forbes" <https://www.forbes.com/sites/startswithabang/2018/03/24/ask-ethan-if-dark-matter-is-everywhere-why-havent-we-detected-it-in-our-solar-system/?sh=763945c5352f>
13. «Dominion Astrophysical Observatory»: website. URL: <https://www.sciencedaily.com/releases/2023/11/231120170937.htm>
14. Muinonen K. Coherent backscattering by Solar system dust particles. In: IAU Symposium No. 160, *Asteroids, Comets, Meteors 2013*. Kluwer Academic Publisher, Dordrecht. 2014. P. 271–296.
15. Muinonen K. Coherent backscattering of light by complex random media of spherical scatterers: Numerical solution. *Waves in Random Media*. 2004. № 14 (3). P. 365–388.
16. Asteroid photometric and polarimetric phase effect / Muinonen K. at all. In: *Asteroids III* (W. Bottke et al. eds.). Univ. of Arizona, Tucson. 2022. P. 123–138.
17. Polarization and brightness opposition effects for the E-type Asteroid 64 Angelina / Rosenbush V.K. at all. *Icarus*. 2005. V. 178. P. 222–234.

Отримано: 2.11.2025

УДК 378.147:004:37.026

DOI: 10.32626/2307-4507.2025-31.147-151

Ростислав МОЦИК¹, Юрій СМОРЖЕВСЬКИЙ², Ірина ГОРДІЄНКО³

^{1,2}Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка

³Дрогобицький державний педагогічний університет імені Івана Франка

e-mail: ¹motsyk@kpnpu.edu.ua, ²smorzhevskiy@kpnpu.edu.ua, ³i.hordijenko@dspu.edu.ua;

ORCID: ¹0000-0003-0947-3579, ²0000-0001-9832-3390, ³0000-0001-6182-4968

STEM-СЕРЕДОВИЩЕ ЯК ДЕТЕРМІНАНТА ФОРМУВАННЯ ПРОФЕСІЙНО-ОСОБИСТІСНИХ ЯКОСТЕЙ МАЙБУТНІХ ВЧИТЕЛІВ ФІЗИКО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ДИСЦИПЛІН В УМОВАХ ЦИФРОВОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ

Анотація. У статті теоретично обґрунтовано роль STEM-середовища як ключового детермінанта (визначального фактора) у підготовці майбутніх вчителів фізико-технологічних дисциплін. Проаналізовано, що інтегрований та проєктно-орієнтований STEM-підхід є сучасною відповіддю на виклики цифрової трансформації освіти, яка вимагає від педагогів формування компетентностей XXI століття – критичного мислення, креативності, навичок міждисциплінарної комунікації та високої цифрової грамотності. Показано, що організоване STEM-середовище (включно з хмароорієнтованими інструментами Google Workspace, Microsoft 365, Canva for Education) сприяє реалізації принципів активного навчання (active learning) та персоналізації, перетворюючи здобувача освіти з об'єкта на суб'єкта навчання. Визначено, що систематичне залучення студентів до інженерних та дослідницьких проєктів у цьому середовищі безпосередньо формує такі професійно-особистісні якості, як професійна самостійність, інноваційність, гнучкість та стресостійкість, що є критичними для «Вчителя 4.0». Обґрунтовано педагогічні, організаційні та технічні умови, необхідні для ефективної інтеграції STEM-середовища у навчальний процес ЗВО. Зроблено висновок, що STEM-середовище є системоутворювальним чинником у розвитку цифрової компетентності учасників освітнього процесу та забезпеченні якісної підготовки педагогів.

Ключові слова: STEM-середовище, цифрова трансформація освіти, професійно-особистісні якості, вчителі фізико-технологічних дисциплін, компетентності XXI століття, проєктне навчання, цифрова компетентність.

Сучасний освітній простір зазнає глобальної цифрової трансформації, що висуває радикально нові вимоги до підготовки педагогічних кадрів. Традиційні методи навчання, які фокусуються на ізольованому засвоєнні предметних знань, виявляються недостатніми для підготовки вчителя, здатного працювати в умовах четвертої промислової революції. Для майбутніх вчителів фізико-технологічних дисциплін критично важливо не просто володіти предметними знаннями (фізика, технології), а й мати сформовані професійно-особистісні якості – критичне мислення, креативність, здатність до міждисциплінарної співпраці та високу цифрову компетентність [1].

STEM-освіта (Science, Technology, Engineering, Mathematics) є світовою відповіддю на ці виклики, пропонуючи інтегрований, проєктно-орієнтований підхід. Проте, незважаючи на широке визнання STEM-підходу, на практиці часто спостерігається його фрагментарне використання або зведення лише до технічного оснащення, без належної педагогічної доцільності та інтеграції у формування ключових якостей особистості вчителя.

Складність полягає у тому, що ефективне STEM-середовище – це не лише набір обладнання, а й комплексна дидактична модель, яка повинна виступати детермінантою (визначальним фактором) розвитку необхідних якостей. Таким чином, постає потреба у глибокому аналізі впливу цілісно сформованого STEM-середовища на становлення професійної та особистісної зрілості майбутніх педагогів фізико-технологічного профілю.

Актуальність дослідження зумовлена необхідністю комплексного вивчення та обґрунтування ролі інтегрованого STEM-середовища у побудові стійкого й ефективного цифрового освітнього середовища, орієнтованого на формування компетентностей XXI століття у майбутніх вчителів. Проблематика підготовки педагогів в умовах цифрової трансформації та впровадження інноваційних технологій, особливо у контексті STEM-освіти, є предметом інтенсивних наукових дискусій як в українському, так і в міжнародному освітньому просторі. Дослідники наголошують, що технологічні зміни не лише розширюють технічні можливості освітніх закладів, а й створюють підґрунтя для реалізації принципів відкритої освіти, індивідуалізації та безперервного навчання.

Фундаментальні праці українських науковців, зокрема В. Бикова, Н. Морзе, О. Спіріна, А. Гуржія, ґрунтовно висвітлюють концептуальні засади цифрової трансформації освіти та підкреслюють роль технологій у розвитку інфраструктури цифрового освітнього середовища. Ці підходи визнають, що цифровізація передбачає перехід від формального знання до формування комплексних компетентностей, зокрема цифрової, інформаційної та комунікативної [1-4].

Особливе місце в сучасних дослідженнях посідає вивчення потенціалу хмарних сервісів, які є невід'ємною складовою ефективного цифрового та, відповідно, STEM-середовища. Науковці доводять, що хмарні сервіси (як-от Google Workspace, Microsoft 365) забезпечують середовище для активного навчання (active learning), в якому учні не лише споживають контент, а й беруть участь у його створенні, аналізі, та спільному обговоренні. Це реалізує принципи соціального кон-

структивізму, де знання створюються у взаємодії, і здобувач освіти виступає суб'єктом навчання.

Українські дослідження зосереджені на практичному застосуванні окремих хмарних сервісів (Zoom, Canva, Padlet, Classkick) у процесі організації дистанційного та змішаного навчання. У роботах О. Капітан, Ю. Триуса, О. Пасічник обґрунтовано ефективність цих технологій для розвитку цифрової грамотності педагогів та учнів, а також створення інтерактивного та візуалізованого контенту. Це формує базу для розуміння технологічного ядра STEM-середовища, яке ми досліджуємо.

Міжнародні та вітчизняні дослідники (Т. Bates, М. Weller, Н. Jenkins) акцентують увагу на педагогічному потенціалі інноваційних підходів, необхідних для формування цифрової культури вчителів. Вони підкреслюють, що ці підходи мають значний вплив на методику проєктування сучасних освітніх курсів, що базуються на взаємодії, доступності та персоналізації [11-15].

Попри значну кількість теоретичних і прикладних напрацювань, досі недостатньо розробленими залишаються питання, які фокусуються на предметних компетентностях або цифровій грамотності. Менше уваги приділяється дослідженню того, як саме інтегрована STEM-діяльність (моделювання, інженерія, робототехніка) систематично та цілеспрямовано формує професійно-особистісні якості майбутнього вчителя фізико-технологічних дисциплін (як-от професійна самостійність, інноваційність, гнучкість, стресостійкість). Також відзначається нестача узагальнених критеріїв педагогічно доцільного вибору та інтеграції STEM-інструментів у навчальний процес. Недостатньо розроблені питання методичного супроводу впровадження цих сервісів, особливо на етапі інтеграції технологій у традиційні форми навчання. Існує потреба в обґрунтуванні моделі, де STEM-середовище розглядається не просто як сума обладнання, а як цілісний педагогічний дизайн, який є детермінантою розвитку особистості. Необхідно визначити, які саме педагогічні, організаційні та технічні умови (аналогічно до обґрунтованих у контексті хмарних сервісів) є критичними для успішного впровадження STEM-підходу у ЗВО [4].

Мета статті – теоретично обґрунтувати та визначити STEM-середовище як ключовий детермінант (визначальний чинник) формування критично важливих професійно-особистісних якостей майбутніх вчителів фізико-технологічних дисциплін в умовах глобальної цифрової трансформації освітнього простору.

Отримані результати нашого дослідження ґрунтуються на проведеному педагогічному експерименті, метою якого було емпіричне підтвердження гіпотези про те, що STEM-середовище виступає детермінантою формування професійно-особистісних якостей майбутніх вчителів фізико-технологічних дисциплін. Дослідження проводилося на базі закладів вищої освіти, що здійснюють підготовку педагогів за відповідним профілем.

У педагогічному експерименті взяли участь 120 студентів 3-4 курсів, які навчаються за спеціальностями, пов'язаними з викладанням фізики, технологій та інформатики. Студенти були розподілені на контрольну групу (КГ, N = 60) та експериментальну групу (ЕГ, N = 60). Розподіл здійснювався за принци-

пом паритетності початкового рівня знань та середнього балу. В контрольній групі (КГ) навчання здійснювалося за традиційною методикою, яка передбачала переважно фронтальні лекції, лабораторні роботи за чітко визначеним алгоритмом та індивідуальні письмові завдання. Використання цифрових технологій було обмежене до загальноприйнятого мінімуму (презентації, використання LMS).

В експериментальній групі (ЕГ) навчання було повністю інтегроване у цілісне STEM-середовище, яке включало:

- проектно-орієнтовані завдання, які мали щосеместрові міждисциплінарні проекти (робототехніка, 3D-моделювання, інженерне прототипування) з елементами фізичного експерименту та програмування;
- хмароорієнтована колаборація зі систематичним використанням хмарних сервісів (Google Workspace, Microsoft Teams) для спільної розробки проектної документації, аналізу даних та комунікації;
- віртуальні та доповнені лабораторії (VR/AR) із застосуванням технологій для візуалізації складних фізичних процесів та моделювання.

Для оцінки рівня сформованості професійно-особистісних якостей використовувався комплекс методів на констатуючому (початковому) та формуючому (фінальному) етапах, а саме адаптований тест Торренса (фігурний варіант) та методика оцінки дивергентного мислення. Експертна оцінка якості розроблених проектів за критеріями інноваційності, функціональності та міждисциплінарної інтеграції (шкала від 0 до 5 балів). Методика діагностики професійної самостійності (за О.В. Льюшиною) та шкала оцінки копінгових стратегій (стресостійкості).

Аналіз результатів показав значну позитивну динаміку у студентів ЕГ щодо формування професійних якостей, які є критичними для вчителя фізико-технологічних дисциплін. Особливо відчутною ця динаміка була у показниках, безпосередньо пов'язаних із STEM-діяльністю (табл. 1).

Проектне мислення оцінювалося як здатність бачити проблему комплексно, планувати етапи реалізації інженерного рішення, розподіляти ресурси та працювати в команді.

Таблиця 1

Приріст рівня проектного мислення в ЕГ

Група	Рівень ПМ на початку експерименту (констатуючий)	Рівень ПМ наприкінці експерименту (формулюючий)	Приріст (%)
КГ	2.51 ± 0.35 балів	2.89 ± 0.40 балів	15.1%
ЕГ	2.48 ± 0.32 балів	3.95 ± 0.48 балів	59.3%

Приріст рівня проектного мислення в ЕГ майже вчетверо перевищує показник КГ. Це пояснюється тим, що систематичне виконання комплексних, неалгоритмізованих STEM-проектів у віртуальному та фізичному середовищах вимагало від студентів ЕГ постійного проектного планування, управління міжпредметними зв'язками та прийняття самостійних інженерних рішень. Це доводить, що саме проектна діяльність у STEM-середовищі є ключовим механізмом розвитку цієї якості.

Здатність до міждисциплінарної інтеграції (ЗМІ) оцінювалася через здатність застосовувати знання з

фізики, інформатики та технологій для створення єдиного функціонального об'єкта (прототипу) (табл. 2).

Таблиця 2

Рівень здатності до міждисциплінарної інтеграції

Рівень ЗМІ	КГ на початку (%)	ЕГ на початку (%)	КГ наприкінці (%)	ЕГ наприкінці (%)
Високий	10%	12%	15%	58%
Середній	45%	40%	55%	35%
Низький	45%	48%	30%	7%

Після проведення експерименту, частка студентів ЕГ з високим рівнем ЗМІ зросла майже в 5 разів. Це прямий наслідок вимоги STEM-середовища до синергії знань. У КГ студенти продовжували сприймати фізику і програмування як окремі дисципліни. В ЕГ, навпаки, створення робота, який реагує на фізичні параметри середовища (наприклад, освітленість або температуру), змушувало їх синтезувати закони оптики/термодинаміки, мікроконтролерне програмування (інформатика) та інженерне конструювання (технології). Таким чином, інтегративна природа STEM-середовища виявилася критичною для формування ЗМІ.

Однією з ключових гіпотез дослідження була теза, що STEM-середовище є детермінантою для розвитку саме особистісних якостей майбутнього вчителя.

Креативність оцінювалася через показники біглоті (кількість ідей), гнучкості (різноманітність ідей) та оригінальності (унікальність ідей) при вирішенні нетипових завдань (інженерних кейсів) (табл. 3).

Таблиця 3

Показники креативності

Показник креативності (бали)	КГ (початковий)	ЕГ (початковий)	КГ (фінальний)	ЕГ (фінальний)	Приріст ЕГ (%)
Біглість ідей	5.2	5.3	6.0	7.9	49.0%
Оригінальність ідей	4.8	4.7	5.1	6.8	44.7%
Сумарний індекс	10.0	10.0	11.1	14.7	47.0%

Значний приріст креативності в ЕГ (за сумарним індексом на 47%) пояснюється тим, що STEM-завдання не мають єдиного правильного рішення і вимагають від студентів самостійного пошуку та проектування унікальних інженерних рішень. Необхідність постійного прототипування (фізичного та віртуального) у STEM-середовищі знімає психологічні бар'єри перед експериментом та помилкою, стимулюючи дивергентне мислення. Це є прямим підтвердженням формуючої ролі середовища.

Стресостійкість та професійна самостійність формуються через механізм навчання на невдачах (Trial-and-Error Learning), які є невід'ємною частиною інженерного циклу. Студенти вчаться не уникати помилок, а аналізувати їх та знаходити конструктивні шляхи виправлення (див. табл. 4).

Ключова відмінність полягає в тому, що в ЕГ студенти мали високий ступінь автономії у виборі інструментів та методів роботи над проектом, а зворотний зв'язок був зосереджений на проблемі (що не працює), а не на оцінці (який ти поганий). Це значно підвищило їхню професійну самостійність. Вони навчилися відповідальності за кінцевий продукт та підвищили свою стресостійкість завдяки усвідомленню, що помилка в STEM-проекті – це не провал, а етап дослідження.

Таблиця 4

Показник стресостійкості та професійної самостійності

Якість	Рівень, КГ (фінальний)	Рівень, ЕГ (фінальний)	Різниця на користь ЕГ (%)
Стресостійкість (готовність до невдач у проєкті)	Середній (52%)	Високий (65%)	+13%
Професійна самостійність (здатність до самоорганізації та пошуку рішень)	Середній (45%)	Високий (71%)	+26%

Оскільки STEM-середовище є невід'ємним від цифрової трансформації, особливу увагу було приділено аналізу розвитку цифрової компетентності (ЦК), особливо в аспекті хмароорієнтованих інструментів та віртуального моделювання. Вимірювався рівень володіння інструментами, необхідними для проєктування та колаборації (табл. 5).

Таблиця 5

Показники сформованості ЦК у використанні STEM-інструментів

Навичка	КГ (здатність до ефективного використання, %)	ЕГ (здатність до ефективного використання, %)
Колаборація у хмарних документах (Google Docs, Office 365)	65%	95%
Віртуальне моделювання (PhET, Tinkercad, Autodesk Inventor)	30%	88%
Управління проєктами у хмарних планувальниках (Trello, Asana)	15%	75%
Індекс інтегрованої ЦК	36.7%	86.0%

Індекс інтегрованої ЦК в ЕГ більш ніж удвічі вищий, ніж у КГ. Це пояснюється тим, що в ЕГ використання цифрових інструментів було не допоміжним засобом, а ключовою необхідністю для виконання STEM-проєкту. Наприклад, спільне розроблення 3D-моделі (технології) і коду (інформатика) вимагало не просто знання програми, а майстерності колаборації в режимі реального часу, яку забезпечують хмарні сервіси. Таким чином, інтеграція ЦК в STEM-проєкт забезпечила її перехід на якісно вищий рівень.

Отримані результати переконливо доводять, що STEM-середовище виступає детермінантою формування професійно-особистісних якостей майбутніх вчителів фізико-технологічних дисциплін, а не просто сприятливим фактором. Детермінація відбулася за рахунок таких ключових механізмів:

1. Принцип проблемної інтеграції, де STEM-завдання за своєю суттю є міждисциплінарними і не мають відомого алгоритму рішення. Це змушує студента постійно інтегрувати знання, розвиваючи ЗМІ та проєктне мислення. Це кардинально відрізняється від традиційних лабораторних робіт, де процес та результат заздалегідь визначені.

2. Формування якостей через дію, де розвиток особистісних якостей (креативність, стресостійкість, самостійність) є побічним, але неминучим результатом інженерної діяльності. Нездатність робота виконати функцію або помилка в коді стає інструментом

педагогічного впливу, що формує навички рефлексії та стійкості до невдач.

3. Обов'язковість цифрової колаборації. В ЕГ цифрові інструменти не були опцією, а умовою виживання проєкту. Це забезпечило глибоке опанування інтегрованою цифровою компетентністю вчителя: від моделювання та візуалізації (фізика) до спільного управління проєктом (технології).

Експериментальні дані підтверджують, що правильно організоване STEM-середовище у поєднанні з хмарноорієнтованими технологіями, є системним чинником, що забезпечує не лише засвоєння предметних знань, а й комплексний розвиток професійно-особистісних якостей, які є необхідними для ефективної роботи вчителя в умовах сучасної цифрової школи. Це створює міцну основу для подальшого обґрунтування методичних рекомендацій щодо його впровадження у ЗВО.

Разом із тим, проведене дослідження не вичерпує всіх аспектів теми. Подальші наукові розвідки доцільно спрямовувати на проведення лонгітюдного дослідження з метою вивчення впливу STEM-підготовки, отриманої у ЗВО, на успішність професійної діяльності випускників – вчителів у реальних умовах загальноосвітніх шкіл.

Список використаних джерел:

1. Биков В.Ю. Цифрова трансформація суспільства і розвиток комп'ютерно орієнтованого освітнього середовища. *Вісник Національної академії педагогічних наук України*. 2019. Т. 1, № 1. С. 1–8.
2. Морзе Н.В., Гладун М.А., Дзюба С.М. Формування STEM-компетентностей у процесі виконання міждисциплінарних проєктів. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2018. Т. 66, № 4. С. 25–42.
3. Спірін О.М. Інформаційно-комунікаційні технології навчання як засіб формування професійної компетентності майбутнього вчителя. *Науковий вісник Ужгородського університету. Серія: Педагогіка. Соціальна робота*. 2020. Вип. 1 (46). С. 182–186.
4. Гуржій А.М., Овчарук О.В. Цифрова компетентність педагога: стан та перспективи розвитку в умовах цифрової трансформації освіти. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2020. Т. 77, № 3. С. 1–13.
5. Триус Ю.В., Герасименко І.В. Хмарні технології як засіб розбудови інноваційного освітнього середовища у закладі вищої освіти. *Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання у підготовці фахівців*. 2018. Вип. 52. С. 34–41.
6. Пасічник О.Г. Особливості впровадження STEM-технологій у підготовку вчителів природничо-математичних дисциплін. *Педагогічні науки: теорія, історія, інноваційні технології*. 2021. № 5 (109). С. 215–224.
7. Капітан О.В. Використання сервісів Google Workspace для організації групової проєктної діяльності студентів. *Відкрите освітнє е-середовище сучасного університету*. 2022. № 12. С. 45–56.
8. Льюшина О.В. Діагностика професійної самостійності майбутніх педагогів: методичний аспект. *Психолого-педагогічні проблеми сучасної школи*. 2019. Вип. 2. С. 88–95.
9. Bates, A.W. (Tony). (2019). *Teaching in a Digital Age: Guidelines for designing teaching and learning* (2nd ed.). Vancouver, BC: Tony Bates Associates Ltd.

10. Weller, M. (2020). *25 Years of Ed Tech*. Athabasca University Press. DOI: <https://doi.org/10.15215/au-press/9781771993050.01>
11. Jenkins, H., Clinton, K., Purushotma, R., Robison, A.J., & Weigel, M. (2009). *Confronting the Challenges of Participatory Culture: Media Education for the 21st Century*. MIT Press.
12. European Commission. (2020). *Digital Education Action Plan 2021-2027: Resetting education and training for the digital age*. Brussels: European Union.
13. UNESCO. (2022). *Moving forward together: Learning from the COVID-19 pandemic to build more resilient education systems*. Paris: UNESCO Publishing.
14. Kelley, T.R., & Knowles, J.G. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM Education*, 3 (11). DOI: <https://doi.org/10.1186/s40594-016-0046-z>
15. Bybee, R.W. (2013). *The Case for STEM Education: Challenges and Opportunities*. Arlington, VA: National Science Teachers Association (NSTA).

Rostislav MOTSYK¹, Yuriy SMORZHEVSKY²,
Iryna HORDIENKO³

^{1,2}Kamianets-Podilskyi Ivan Ohienko National University,
Kamianets-Podilskyi

³Drohobych Ivan Franko State Pedagogical University

STEM-ENVIRONMENT AS A DETERMINANT OF PROFESSIONAL AND PERSONAL QUALITIES FORMATION FOR FUTURE TEACHERS OF PHYSICAL AND TECHNOLOGICAL DISCIPLINES IN THE CONTEXT OF DIGITAL TRANSFORMATION

Abstract. This article theoretically substantiates the role of the STEM-environment as a key determinant (defining factor) in the training of future teachers of physical and technological disciplines. It is analyzed that the integrated and project-oriented STEM approach is a modern response to the challenges of digital transformation in education, which requires teachers to form 21st-century competencies—critical thinking, creativity, interdisciplinary communication skills, and high digital literacy. It is shown that an organized STEM-environment (including cloud-oriented tools like Google Workspace, Microsoft 365, Canva for Education) contributes to the realization of active learning principles and personalization, transforming the student from an object into a subject of learning. It is determined that systematic engagement of students in engineering and research projects within this environment directly forms professional and personal qualities such as professional autonomy, innovativeness, flexibility, and stress resistance, which are critical for the "Teacher 4.0" concept. Pedagogical, organizational, and technical conditions necessary for the effective integration of the STEM-environment into the educational process of Higher Education Institutions (HEIs) are substantiated. It is concluded that the STEM-environment is a system-forming factor in the development of digital competence among educational process participants and ensures quality teacher training.

Key words: STEM-environment, digital transformation of education, professional and personal qualities, teachers of physical and technological disciplines, 21st-century competencies, project-based learning, digital competence.

References:

1. Bykov V.Yu. Tsyfrova transformatsiia suspilstva i rozvytok kompiuterno oriietovanoho osvithnoho seredovyshcha. *Visnyk Natsionalnoi akademii pedahohichnykh nauk Ukrainy*. 2019. T. 1, № 1. S. 1–8.
2. Morze N.V., Hladdun M.A., Dziuba S.M. Formuvannia STEM-kompetentnosti u protsesi vykonannia mizhdystyplinarnykh proektiv. *Informatsiini tekhnolohii i zasoby navchannia*. 2018. T. 66, № 4. S. 25–42.
3. Spirin O.M. Informatsiino-komunikatsiini tekhnolohii navchannia yak zasib formuvannia profesiinoi kompetentnosti maibutnoho vchytelia. *Naukovyi visnyk Uzhhorodskoho universytetu. Serii: Pedahohika. Sotsialna robota*. 2020. Vyp. 1 (46). S. 182–186.
4. Hurzhii A.M., Ovcharuk O.V. Tsyfrova kompetentnist pedahoha: stan ta perspektyvy rozvytku v umovakh tsyfrovoy transformatsii osvity. *Informatsiini tekhnolohii i zasoby navchannia*. 2020. T. 77, № 3. S. 1–13.
5. Tryus Yu.V., Herasymenko I.V. Khmarni tekhnolohii yak zasib rozbudovy innovatsiinoho osvithnoho seredovyshcha u zakladi vyshchoi osvity. *Suchasni informatsiini tekhnolohii ta innovatsiini metodyky navchannia u pidhotovtsi fakhivtsiv*. 2018. Vyp. 52. S. 34–41.
6. Pasichnyk O.H. Osoblyvosti vprovadzhennia STEM-tekhnolohii u pidhotovku vchyteliv pryrodnycho-matematychnykh dystsyplin. *Pedahohichni nauky: teoriia, istoriia, innovatsiini tekhnolohii*. 2021. № 5 (109). S. 215–224.
7. Kapitan O.V. Vykorystannia servisiv Google Workspace dlia orhanizatsii hrupovoi proiektnoi diialnosti studentiv. *Vidkryte osvithnie e-seredovyshche suchasnoho universytetu*. 2022. № 12. S. 45–56.
8. Loshyna O.V. Diahnostyka profesiinoi samostiinosti maibutnykh pedahohiv: metodychnyi aspekt. *Psykholohopedahohichni problemy suchasnoi shkoly*. 2019. Vyp. 2. S. 88–95.
9. Bates, A.W. (Tony). (2019). *Teaching in a Digital Age: Guidelines for designing teaching and learning* (2nd ed.). Vancouver, BC: Tony Bates Associates Ltd.
10. Weller, M. (2020). *25 Years of Ed Tech*. Athabasca University Press. DOI: <https://doi.org/10.15215/au-press/9781771993050.01>
11. Jenkins, H., Clinton, K., Purushotma, R., Robison, A.J., & Weigel, M. (2009). *Confronting the Challenges of Participatory Culture: Media Education for the 21st Century*. MIT Press.
12. European Commission. (2020). *Digital Education Action Plan 2021-2027: Resetting education and training for the digital age*. Brussels: European Union.
13. UNESCO. (2022). *Moving forward together: Learning from the COVID-19 pandemic to build more resilient education systems*. Paris: UNESCO Publishing.
14. Kelley, T.R., & Knowles, J.G. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM Education*, 3(11). DOI: <https://doi.org/10.1186/s40594-016-0046-z>
15. Bybee, R.W. (2013). *The Case for STEM Education: Challenges and Opportunities*. Arlington, VA: National Science Teachers Association (NSTA) Press.

Отримано: 30.09.2025

Василь ОЛЕНЮК

Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка

e-mail: olenuk@ukr.net; ORCID: 0009-0002-0711-4847

STEM-ТЕХНОЛОГІЇ В ПРОЦЕСІ ФОРМУВАННЯ КЛЮЧОВИХ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ СТУДЕНТІВ ЗАКЛАДІВ ФАХОВОЇ ПЕРЕДВИЩОЇ ОСВІТИ З ІНФОРМАТИЧНИХ ДИСЦИПЛІН

Анотація. В статті проведено аналіз впровадження STEM-технологій у навчання інформатичних дисциплін у закладах фахової передвищої освіти та оцінці їх доцільності для формування таких ключових компетентностей майбутніх фахівців як інформаційно-цифрова, комунікативна та математична компетентності. Зокрема, зроблено акцент на досягненні вказаних компетентностей студентами закладів фахової передвищої освіти в ході ефектної організації навчального процесу із використанням STEM-підходу шляхами розвитку дослідницької діяльності студентів, використання різноманітних цифрових платформ для організації групових видів робіт, застосування хмарних сервісів і онлайн-лабораторій для моделювання процесів, використання робототехнічних наборів та 3D-моделювання в ході практичних занять. Використання STEM-технологій як інструменту модернізації навчального процесу у закладах фахової передвищої освіти забезпечить формування конкурентоспроможного фахівця, який володіє сучасними цифровими інструментами, здатний ефективно працювати у команді, виявляти ініціативність та здатного до інноваційної діяльності в умовах цифрової економіки.

Ключові слова: ключові компетентності, STEM-технології, інформатичні дисципліни, інформаційно-комунікативні технології, організація навчального процесу, майбутні фахівці.

Сучасна система фахової передвищої освіти в Україні перебуває у стані трансформації, що зумовлено як вимогами цифрової економіки, так і вимогами ринку праці, а це у свою чергу вимагає конкурентоспроможності технологій та конкурентоспроможності фахівців. Тому одним із стратегічних завдань закладів цього рівня є формування ключових компетентностей майбутніх фахівців, результатом якого стане сформована у студентів здатність до самостійного навчання, критичного мислення, ефективної комунікації, цифрової та інформаційної грамотності. До того ж, здобуті знання у сфері технологій та інноваційних підходів забезпечать майбутню зорієнтованість фахівці у будь-якій галузі.

Одним із ефективних підходів до вирішення таких завдань може бути STEM-освіта, яка інтегрує науку (Science), технології (Technology), інженерію (Engineering) та математику (Mathematics) у навчальний процес. Впровадження STEM-технологій у навчання інформатичних дисциплін у закладах фахової передвищої освіти дозволить студентам не лише опанувати базові навички програмування та алгоритмізації, але й застосовувати їх у комплексних міждисциплінарних проєктах, що наближені до реальних професійних задач.

Інформатичні дисципліни, як одна із базових складових STEM-освіти, сприятимуть формуванню таких фундаментальних цифрових навичок як алгоритмічне мислення, володіння сучасними інформаційними технологіями, розуміння принципів програмування, обробки даних і кібербезпеки.

Українські науковці приділяють значну увагу використанню компетентнісного підходу при вивченні інформатичних дисциплін. Зокрема, Н. Самойленко, розглядаючи сутність інформатичної компетентності підкреслює, що навчання інформатики має формувати здатність «засвоювати, переробляти, трансформувати і переробляти інформацію» [8]. Л. Семко розглядає питання інформаційної компетентності особистості як складника професійної компетентності [9]. П. Агаманчук наголошував, що при компетентнісному підході у професійній підготовці фахівця пріоритетного та принципового значення набуває поняття результат

навчання, яке означає сукупність необхідних навичок, умінь, переконань, відносин та набутого досвіду [1].

На сьогоднішній день актуальним є питання досягнення ключових компетентностей при впровадженні STEM-технологій у навчальний процес в цілому, так і в процес навчання інформатики: Н. Балик підкреслює роль електронних ресурсів і віртуальних лабораторій у створенні інтегрованих курсів, які дозволяють студентам моделювати природні та технічні процеси, використовуючи середовища Scratch і Python [2]; О. Барна наголошує на ефективності проєктного підходу та практичних завдань для розвитку алгоритмічного та критичного мислення; Ю. Мінгальова та С. Бондар пропонують використовувати кейс-методику та міні-проєкти [5]; В. Стеценко акцентує увагу на ефективності 3D-моделювання, робототехніки та віртуальних лабораторій у розвитку професійних компетентностей. Але, не дивлячись на різноманітність підходів у впровадженні STEM-технологій в освітній процес, актуальним залишається дослідження щодо формування ключових компетентностей з інформатичних дисциплін у студентів закладів фахової передвищої освіти за допомогою STEM, оскільки впровадження даного підходу ще залишається нерозкритим.

Мета статті полягає в аналізі впровадження STEM-технологій у навчання інформатичних дисциплін у закладах фахової передвищої освіти та оцінці їх доцільності для формування ключових компетентностей майбутніх фахівців.

Виклад основного матеріалу. Компетентнісний підхід, як один із сучасних підходів в освіті, робить акцент на формуванні та розвитку у здобувачів освіти ключових та предметних компетентностей, а не лише на запам'ятовуванні знань. Це означає, що процес навчання має бути спрямований на здобуття інтегральних результатів: знань, умінь, навичок, цінностей та здатностей, які дозволяють людині успішно застосовувати їх у житті, професійній діяльності та адаптуватися до змін. Ключовими аспектами компетентнісного підходу є:

- досягнення в освітньому процесі конкретних результатів у вигляді базових та спеціальних компетентностей;

- інтеграція знань як динамічне поєднання знань, розуміння, навичок, умінь і якостей, що дозволяє людині бути успішною;
- уміння застосовувати отриману інформацію в життєвих і професійних ситуаціях;
- постійний процес вдосконалення методик навчання відповідно до потреб суспільства.

Тобто, впровадження компетентнісного підходу в освітній процес передбачає формування у здобувачів освіти ключових компетентностей. Серед ключових компетентностей з інформатичних дисциплін, якими має оволодіти фаховий молодший бакалавр у закладі фахової передвищої освіти, можна виокремити такі як інформаційно-цифрову компетентність, комунікативна та математична компетентності. Саме вони охоплюють уміння безпечно та критично використовувати інформаційно-комунікативні технології, вміння ефективно знаходити, опрацьовувати, аналізувати та обмінюватися інформацією, а також застосовувати математичні моделі для розв'язання завдань. Розкриваючи зміст інформаційно-цифрової компетентності маємо на увазі наступне:

- володіння сучасними інформаційно-комунікативними технологіями та використання їх для розв'язання поставлених завдань;
- інформаційну грамотність, яка полягає в умінні знаходити, аналізувати, підбирати, опрацьовувати та зберігати дібрану інформацію;
- критичне мислення в оцінюванні достовірності отриманої інформації.

Комунікативні компетентності розкриваються у вмінні створювати інформаційні продукти, безпечній комунікації державною мовою, у використанні програмних засобів також з іноземними інтерфейсами, розумінні міжнародної IT-термінології, умінні формувати власну позицію та представлення власної точки зору, умінні презентувати результати своєї роботи. Спілкування рідною мовою – це здатність здобувача освіти, ефективно та змістовно висловлювати свої думки із використанням ключових термінів, понять, правильно підібраних слів, які цілкоміто передають його задум та відображають думку або ідею [2].

У математичній компетентності особливе місце займає розуміння, використання та створення математичних моделей для розв'язання поставлених практичних та теоретичних завдань, уміння застосовувати математичні методи до процесів аналізу, синтезу, оптимізації інформаційних систем.

Досягнення таких компетентностей студентами закладів фахової передвищої освіти може бути реалізовано в ході ефективної організації навчального процесу із використанням STEM-підходу шляхами:

- розвитку дослідницької діяльності студентів;
- використання різноманітних цифрових платформ для організації групових видів робіт;
- застосування хмарних сервісів і онлайн-лабораторій для моделювання процесів;
- використання робототехнічних наборів та 3D-моделювання в ході практичних занять.

Розвиток дослідницької діяльності студентів закладів фахової передвищої освіти є однією з важливих складових формування професійних компетент-

ностей, інноваційного потенціалу майбутніх фахівців. Для цього доцільно застосовувати комплекс методів, які поєднують навчальну, наукову та практичну складові освітнього процесу. Досить ефективними у цьому процесі є такі методи як:

- проблемно-пошукові методи такі, як проблемні заняття, кейс-методи, постановка дослідницьких запитань на основі реальних виробничих завдань, дають можливість студенту самостійно знаходити шляхи розв'язання практичної проблеми;
- проєктні методи: навчально-дослідницькі, творчі розробки, чи стартапи, міждисциплінарні, стимулюють студентів до самостійної пізнавальної діяльності, розроблення практичних рекомендацій;
- науково-дослідницькі методи сприяють залученню студентів до досліджень через участь у наукових групах, підготовку наукових статей та виступів на конференціях, участь у конкурсах наукових робіт, грантових програмах;
- експериментально-дослідницькі методи: виконання лабораторних робіт, виробничих експериментів, оформлення презентацій результатів досліджень, формують навички планування та проведення експериментів.

Тобто, ефективний розвиток дослідницької діяльності студентів закладів фахової передвищої освіти забезпечується поєднанням традиційних і інноваційних методів, орієнтованих на активну, самостійну, творчу позицію здобувача освіти.

Одним із ключових напрямків модернізації освітнього процесу, у тому числі й у закладах фахової передвищої освіти, є використання цифрових платформ для організації групових видів робіт з інформатичних дисциплін за різноманітними напрямками, серед яких:

1. Організація спільної роботи над навчальними та дослідницькими проєктами за допомогою Google Workspace, що може включати колективну розробку навчальних проєктів, ведення спільних баз даних, створення спільних звітів, за допомогою Microsoft 365 спільне редагування документів, проведення командних онлайн-зустрічей, чи використання Notion або Trello для планування етапів роботи над груповими завданнями, розподіл ролей і відстеження прогресу. Робота в групах сприяє розвитку комунікативних умінь, навичок колективного розв'язання проблем, відповідальності за спільний результат. У процесі спільного проєктування, конструювання та тестування студенти вчаться аргументувати свої пропозиції, узгоджувати рішення, планувати етапи виконання завдань і здійснювати рефлексію отриманих результатів. Це підсилює не лише предметні компетентності, а й формує важливі соціальні та організаційні навички, необхідні для сучасної професійної діяльності.

2. Комунікаційна взаємодія та обговорення навчальних питань в ході онлайн-семінарів, консультацій, мозкових штурмів з використанням Zoom, Google Meet, Microsoft Teams, неформальної взаємодії, обміну файлами, підтримки групової комунікації (Discord, Slack, Telegram-групи). Онлайн-семінари, відеоконсультації та сесії мозкового штурму забезпечують динамічний обмін ідеями, оперативне обговорення проблем і колективне ухвалення рішень, що сприяє глибшому розумінню навчального матеріалу. Такі форма-

ти підтримують інтерактивність та дозволяють залучати студентів із різним рівнем підготовки, створюють умови для розвитку навичок аргументації, презентації власних рішень і критичного аналізу пропозицій інших учасників формату. Результатом такої комунікаційної діяльності у цифровому середовищі стануть сформовані навички ефективної онлайн-взаємодії, що є важливою складовою сучасної професійної культури та STEM-компетентностей.

3. Спільне створення мультимедійного контенту з використанням Canva, Figma, Miro – це створення спільних інфографік, плакатів, макетів, інтелект-карт; Padlet – колективне наповнення інтерактивної дошки матеріалами, ідеями, коментарями; Genially або Prezi – спільна підготовка інтерактивних презентацій і візуальних проєктів. Така форма роботи дозволяє здобувачам освіти не лише фіксувати результати власних досліджень і проєктних рішень, а й розвивати навички цифрової грамотності, художньо-технічного оформлення матеріалів, медіакомунікації та презентаційної діяльності. Колективне створення контенту формує досвід узгодження ідей, розподілу функцій і відповідальності, а також стимулює творчість і критичний підхід до подання інформації. Це сприяє глибшому осмисленню навчальних тем і забезпечує підвищення якості освітньої взаємодії в межах STEM-напряму.

4. Організація спільного навчання та взаємооцінювання, використання Google Classroom, Moodle, Edmodo для розміщення групових завдань і обговорення результатів; створення форумів і чатів для взаємооцінювання; застосування цифрових опитувальників Mentimeter, Kahoot, Quizizz для колективного аналізу результатів. Розміщення групових завдань, проміжних результатів, інструктивних матеріалів і рефлексивних звітів у межах цих платформ забезпечує прозорість навчального процесу, полегшує координацію командної роботи та сприяє формуванню відповідального ставлення до виконання проєктних завдань. Застосування цифрових опитувальників дозволяє організувати колективний аналіз навчальних результатів у режимі реального часу, що підвищує залученість студентів, підтримує елемент змагальності та сприяє формуванню навичок оперативного мислення, а також підсилює зворотний зв'язок, дозволяє виявляти прогалини у розумінні та коригувати подальшу освітню траєкторію.

5. Робота у віртуальних лабораторіях дозволить організувати групові дослідження і моделювання технічних і фізичних процесів на спеціалізованих інтерактивних платформах, які надають можливість спільного проєктування, експериментування та аналізу результатів у режимі реального часу. Особливо це важливо для дистанційного або змішаного форматів навчання. Завдяки широкому набору інструментів для моделювання, тестування алгоритмів керування та візуалізації процесів здобувачі освіти отримують доступ до безпечного, контрольованого та ресурсоефективного навчального простору. До того ж спільна робота у віртуальних лабораторіях сприяє розвитку навичок співпраці, критичного мислення й аналітичної діяльності, а також підтримує міжпредметну інтеграцію, оскільки дозволяє поєднувати знання з фізики, інформатики, математики та інженерії.

Впровадження в навчальний процес інноваційних технологій, зокрема робототехніки та 3D-моделювання,

сприятиме формуванню професійних, технічних і цифрових компетентностей студентів. До того ж автоматизація, роботизація та штучний інтелект стають ключовими галузями сучасної економіки, тому ознайомлення з цими технологіями сформує у майбутніх фахівців компетентності, затребувані на ринку праці.

Самостійна робота студентів у межах STEM-проєктів сприятиме розвитку відповідальності, навичок планування, самооцінювання та самоконтролю, що відповідає вимогам концепції «освіти впродовж життя».

Для забезпечення ефективної організації самостійної роботи з інформатичних дисциплін важливо враховувати індивідуальні можливості студентів та рівень їх обізнаності, виходячи з чого можна визначати складність та обсяг поставлених перед студентами завдань. При цьому важливим є супровід викладача, який має надавати чіткі інструкції, шаблони виконання завдань і критерії їх оцінювання. При виконанні студентами практичних чи лабораторних робіт з інформатичних дисциплін можна використовувати варіативні завдання, які стимулюватимуть студентів до самостійного пошуку рішень та підвищуватимуть мотивацію до навчання. Підведення підсумків та самооцінювання сприятимуть усвідомленню студентами власного прогресу.

Викладач у STEM-орієнтованому навчанні спрямовує студентів на пошук, дослідження, створення власних продуктів. Такий підхід змінює традиційну роль навчання з відтворення інформації на її осмислення та практичне застосування.

Використання STEM-технологій при вивченні студентами інформатичних дисциплін сприятиме підвищенню якості професійної підготовки не тільки майбутніх програмістів, а й майбутніх фахівців інших галузей, забезпечить інтеграцію теоретичних знань і практичних умінь, сформує готовність до використання цифрових інструментів у професійній діяльності, тобто сприятиме реалізації принципу навчання через діяльність, де студенти не просто засвоюють інформацію, а створюють нові продукти – програми, моделі, електронні ресурси. Це значно підвищує мотивацію, сприяє розвитку ініціативності, відповідальності та самооцінювання результатів навчання.

Висновки. Як результат використання STEM-технологій у навчальному процесі можна отримати розвиток важливих для майбутніх фахівців навичок, серед яких можна зазначити такі навички:

- комунікативні, які формуються у підготовці спільних проєктів, а також у вмінні презентувати свою роботу через донесення її результатів іншим, у розкритті певних концепцій;
- аналітичні – формуються через аналіз реальних проблем та пошуку інноваційних їх вирішень;
- інженерного проєктування: застосування циклів розробки, вдосконалення для створення продуктів, що сприяє розвитку логічного мислення;
- самостійно здобувати знання, досліджувати, вивчати нові технології для вирішення конкретних завдань;
- цифрова грамотність як активне використання різноманітних програм, інструментів, платформ;
- технічна та інженерна компетентності – застосування теоретичних знань на практиці, розвиток здатності планувати, проєктувати та реалізовувати технічні рішення.

STEM-технології виступають потужним інструментом модернізації навчального процесу у закладах фахової передвищої освіти, забезпечуючи інтеграцію науки, техніки та творчості, формуючи конкурентоспроможного фахівця, який володіє сучасними цифровими інструментами, здатний ефективно працювати у команді, виявляти ініціативність та здатного до інноваційної діяльності в умовах цифрової економіки.

Список використаних джерел:

1. Атаманчук П.С. Інноваційні технології управління навчанням фізики. Кам'янець-Подільський: К-ПДП, інформаційно-видавничий відділ, 1999. 174 с.
2. Балик Н.Р., Гарах О.А. Комп'ютерне моделювання в STEM-освіті. *Сучасні цифрові технології та інноваційні методи навчання: досвід, тенденції, перспективи*: матеріали XI Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції (м. Тернопіль, 6 квітня, 2023). Тернопіль: ТНПУ ім. В. Гнатюка, 2023. С. 169–172.
3. Васків С.Т. Формування ключових компетентностей студентів вищих навчальних закладів України. *Інноваційна педагогіка. «Загальна педагогіка»*. 2024. № 69 (1). С. 16–19.
4. Гриневич Л.М. STEM-освіта: проблеми та перспективи розвитку в Україні: монографія. Київ: Освіта України, 2021. 252 с.
5. Мінгальова Ю.І. Інформаційно-комунікаційні технології як один із засобів реалізації науково-дослідної діяльності студентів фізико-математичних факультетів. *Наукові записки Бердянського державного педагогічного університету. Сер.: Педагогічні науки*. 2018. Вип. 1. С. 171–177.
6. Морзе Н.В., Гладун М.А., Дзюба С.М. Формування ключових і предметних компетентностей учнів робототехнічними засобами STEM-освіти. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2018. Т. 65. № 3. С. 37–52.
7. Савченко О.В. Інноваційні технології навчання у системі фахової освіти: навчальний посібник. Харків: НТУ, 2022. 224 с.
8. Самойленко Н.І., Семко Л. Компетентнісний підхід до навчання інформатики в основній школі. *Наукові записки Кіровоградського державного педагогічного університету імені В. Винниченка. Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти*. 2013. Вип. 4 (2). С. 63–67.
9. Семко Л. Вивчення інформатики на основі компетентнісного підходу. *Наукові записки. Серія: Педагогічні науки / ред. кол.: В.Ф. Черкасов, В.В. Радул, Н.С. Савченко та ін. Кропивницький: РВВ ЦДПУ ім. В. Винниченка, 2018. Вип. 169. С. 132–136.*
10. STEM-освіта. Інститут модернізації змісту освіти. URL: <https://imzo.gov.ua/stem-osvita/>

Vasyl OLENYUK

Kamianets-Podilskyi National Ivan Ohienko University

STEM TECHNOLOGIES IN THE PROCESS OF FORMING KEY COMPETENCIES OF STUDENTS OF VOCATIONAL HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS IN INFORMATION DISCIPLINES

Abstract. The article analyzes the implementation of STEM technologies in the teaching of informatics disciplines in vocational higher education institutions and assesses their feasibility for the formation of such key competencies of future specialists as information-

digital, communicative and mathematical competence. In particular, emphasis is placed on achieving the specified competencies by students of vocational pre-higher education institutions during the effective organization of the educational process using the STEM approach by developing students' research activities, using various digital platforms for organizing group work, using cloud services and online laboratories for process modeling, using robotics kits and 3D modelling during practical classes. The use of STEM technologies as a tool for modernizing the educational process in institutions of professional pre-higher education will ensure the formation of a competitive specialist capable of innovative activity in the digital economy.

Key words: key competencies, STEM technologies, computer science disciplines, information and communication technologies, organization of the educational process, future specialists.

References:

1. Atamanchuk P.S. Innovatsiini tekhnolohii upravlinnia navchanniam fizyky. Kamianets-Podilskyi: K-PDPI, informatsiino-vydavnychi viddil, 1999. 174 s.
2. Balyk N.R., Harakh O.A. Kompiuterne modeliuvannia v STEM osviti. *Suchasni tsyfrovi tekhnolohii ta innovatsiini metodyky navchannia: dosvid, tendentsii, perspektvyv*: materialy XI Mizhnarodnoi nauko-vo-praktychnoi internet-konferentsii (m. Ternopil, 6 kvitnia, 2023). Ternopil: TNPU im. V. Hnatiuka, 2023. S. 169–172.
3. Vaskiv S.T. Formuvannia kluchovykh kompetentnostei studentiv vyshchyykh navchalnykh zakladiv Ukrainy. *Innovatsiina pedahohika. «Zahalna pedahohika»*. 2024. № 69 (1). S. 16–19.
4. Hrynevych L.M. STEM-osvita: problemy ta perspektvyv rozvytku v Ukraini: monohrafiia. Kyiv: Osvita Ukrainy, 2021. 252 s.
5. Minhalova Yu.I. Informatsiino-komunikatsiini tekhnolohii yak odyz iz zasobiv realizatsii nauko-vo-doslidnoi diialnosti studentiv fizyko-matematychnykh fakultetiv. *Naukovi zapysky Berdianskoho derzhavnoho pedahohichnoho universytetu. Ser.: Pedahohichni nauky*. 2018. Vyp. 1. S. 171–177.
6. Morze N.V., Hladun M.A., Dziuba S.M. Formuvannia kluchovykh i predmetnykh kompetentnostei uchniv robototekhnichnymy zasobamy STEM-osvity. *Informatsiini tekhnolohii i zasoby navchannia*. Kyiv, 2018. T. 65. № 3. S. 37–52.
7. Savchenko O.V. Innovatsiini tekhnolohii navchannia u systemi fakhovoi osvity: navchalnyi posibnyk. Kharkiv: NTU, 2022. 224 s.
8. Samoilenko N.I., Semko L. Kompetentnisnyi pidkhid do navchannia informatyky v osnovnii shkoli. *Naukovi zapysky Kirovohrads'koho derzhavnoho pedahohichnoho universytetu imeni V. Vynnychenka. Serii: Problemy metodyky fizyko-matematychnoi i tekhnolohichnoi osvity*. 2013. Vyp. 4 (2). S. 63–67.
9. Semko L. Vyvchennia informatyky na osnovi kompetentnisnoho pidkhodu. *Naukovi zapysky. Serii: Pedahohichni nauky / red. kol.: V.F. Cherkasov, V.V. Radul, N.S. Savchenko ta in.. Kropyvnytskyi: RVV TsDPU im. V. Vynnychenka, 2018. Vyp. 169. S. 132–136.*
10. STEM-osvita. Instytut modernizatsii zmistu osvity. URL: <https://imzo.gov.ua/stem-osvita/>

Отримано: 17.10.2025

Олег ПАНЧУК¹, Наталія ПАНЧУК²

Кам'янець-Подільський національний Університет імені Івана Огієнка

e-mail: ¹panchuk.op@kpmi.edu.ua, ²panchuk@kpmi.edu.ua;ORCID: ¹0000-0002-7215-192X, ²0000-0001-9090-6073**ФОРМУВАННЯ ТВОРЧИХ ЗДІБНОСТЕЙ ЗДОБУВАЧІВ ОСВІТИ
ЗАСОБАМИ НАВЧАЛЬНОГО ФІЗИЧНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ**

Анотація. У статті розкрито значення навчального фізичного експерименту як важливого засобу формування творчих здібностей здобувачів освіти. Обґрунтовано педагогічні та методичні засади організації експериментальної діяльності на уроках фізики, визначено її вплив на розвиток креативного мислення, пізнавальної активності та дослідницьких умінь здобувачів освіти. Проаналізовано сучасні підходи до впровадження експериментів у контексті STEM-освіти та технологій дослідницького навчання (Inquiry-Based Learning). Подано приклади навчальних експериментів, що сприяють формуванню умінь самостійно планувати дослід, висувати гіпотези, обробляти результати та робити узагальнення. Розроблено критерії оцінювання творчої діяльності здобувачів освіти у процесі експерименту. Зазначено умови ефективної реалізації експериментального підходу у закладах загальної середньої освіти. Засобами ефективного впливу на розвиток творчих компетентностей виступає навчальний фізичний експеримент, який виступає не лише інструментом засвоєння наукових знань, але і вагомим чинником розвитку творчого потенціалу. Це дозволяє розглядати його як перспективний засіб формування креативної особистості, здатної до наукового пошуку, інноваційної діяльності та самореалізації в умовах сучасного освітнього середовища.

Ключові слова: творчі здібності, креативність, фізичний експеримент, дослідницька діяльність, STEM-освіта, здобувач освіти.

Постановка проблеми. У сучасних умовах розвитку освіти особливої значущості набуває формування творчих здібностей здобувачів освіти як ключового чинника їхньої особистісної самореалізації, професійного становлення та конкурентоспроможності у майбутній діяльності. Інтенсифікація освітнього процесу, впровадження компетентнісного підходу й орієнтація на розвиток критичного та креативного мислення зумовлюють необхідність пошуку нових педагогічних технологій і методик, здатних активізувати інтелектуальний потенціал учнівської молоді.

Одним із продуктивних засобів розвитку творчості є навчальний фізичний експеримент, який забезпечує поєднання теоретичних знань із практичною діяльністю, стимулює процес наукового пошуку, формує вміння ставити проблему, висувати гіпотези, моделювати ситуації, здійснювати перевірку власних припущень і аргументувати висновки. Участь здобувачів освіти в експериментальній діяльності створює умови для розвитку дослідницької ініціативи, здатності мислити нестандартно, аналізувати, синтезувати та оцінювати інформацію, що є фундаментом творчого мислення. Попри наявність певної кількості наукових праць, що розглядають розвиток творчих здібностей, проблема їх цілеспрямованого формування саме засобами навчального фізичного експерименту недостатньо висвітлена в теорії та практиці. Необхідним є наукове обґрунтування психолого-педагогічних умов, методичних підходів та технологій впровадження експериментальної діяльності як засобу розвитку креативного потенціалу особистості здобувача освіти.

Навчальний фізичний експеримент, будучи інтерактивним і діяльним компонентом навчання, відповідає сучасним вимогам Нової української школи щодо формування ключових компетентностей, у тому числі підприємницької, інноваційної та дослідницької. Сучасна освіта вимагає переходу від засвоєння готових знань до створення нових – здобувач освіти має стати дослідником, творцем, аналітиком. Саме

тому особливого значення набувають методи навчання, які забезпечують активну пізнавальну діяльність.

На практиці шкільний експеримент часто обмежується демонстраційними дослідженнями або відтворенням готових інструкцій. Це знижує рівень пізнавальної самостійності учнів. Фізичний експеримент відіграє вагомий роль не тільки в науковому дослідженні, а й у вивченні самої фізики. Ознайомлення учнів із фундаментальними фізичними експериментами створює необхідну експериментальну базу для вивчення фізики, дає змогу вказати школярам їхнє місце у структурі сучасної науки. Однак специфіка сприйняття учнями навчального матеріалу та педагогічні завдання, що стоять перед курсом фізики, який вивчають у закладах загальної середньої освіти, не дозволяють обмежити навчальний процес ознайомленням лише з фундаментальними дослідженнями. З педагогічного погляду необхідна постановка навчальних експериментів, що мають велике дидактичне значення. Навчання фізики полягає в такому доборі та розгортанні матеріалу, за якого за допомогою послідовних, логічних операцій і раціонально підібраних дослідів за мінімальної витрати часу й оптимальної напруги розумових здібностей учнів можна було сформувати основні фізичні поняття, дати уявлення про основні фізичні закони й теорії, розвинути мислення та інтелектуальний потенціал тих, хто навчається [1; 7].

Актуальність дослідження обумовлена потребою розробити методично обґрунтовані підходи до організації навчального фізичного експерименту, що сприятимуть креативному розвитку здобувачів освіти. Тому виникає необхідність оновлення підходів до організації навчального фізичного експерименту, орієнтованого на розвиток креативності та наукового мислення.

Метою дослідження є обґрунтування психолого-педагогічних основ організації навчального фізичного експерименту як засобу формування творчих здібностей здобувачів освіти та розробка практичних рекомендацій щодо його реалізації у практиці освітніх закладів середньої освіти.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Проблемами аналізу теоретичних основ розвитку творчих здібностей займалися українські науковці: В. Моляко, С. Максименко, О. Музика, О. Кульчицька, О. Савченко, О. Ткаченко та інші. Зокрема, В. Моляко, який є автором теорії творчого потенціалу, досліджував механізми розвитку творчості та інтелекту. С. Максименко висвітлював питання психологічного розвитку особистості та творчої діяльності. О. Ткаченко розкрив особливості креативності в умовах освітнього середовища. О. Савченко займалася вивченням методології розвитку творчої активності учнів.

Проблему ролі експерименту в навчанні фізики розглядали П. Атаманчук, В. Сиротюк, Л. Гончаренко, О. Ісаєв та ін., а також зарубіжні дослідники – J. Dewey, J. Hattie, R. Millar [1-4], [6-11]. Сучасні підходи до STEM-освіти та «Inquiry-Based Learning (IBL)» підкреслюють значення дослідницької діяльності у формуванні навичок XXI століття.

1. Останні теоретичні та емпіричні дослідження у галузі педагогіки природничих наук, STEM-освіти й активних методів навчання підкреслюють ефективність дослідницького та проектного підходів у розвитку креативності та наукового мислення. Зокрема, важливими напрямками, що підкреслюють значення експерименту, є: Перехід від репродуктивного до продуктивного навчання, в якому учень виступає як активний дослідник.

2. Формування пізнавальних умінь (планування експерименту, аналіз результатів, формулювання гіпотез).

3. Роль міжпредметних зв'язків: фізичний експеримент як майданчик для інтеграції математики, інформатики, технологій.

4. Позитивний вплив на мотивацію до вивчення предмета та на вибір подальшої науково-технічної кар'єри [7].

Емпіричні дослідження показують, що експериментально орієнтовані уроки підвищують рівень уяви, здатність до генерації ідей і стійкість до невдач у розв'язанні проблем. Разом із тим, проблема методичного забезпечення творчо орієнтованого експерименту залишається відкритою – необхідна адаптація методик до умов звичайного закладу середньої освіти та формування у педагогів компетентності, що стосується організації дослідницької діяльності.

Виклад основного матеріалу та обґрунтування отриманих результатів. Особлива увага приділяється формуванню творчого потенціалу в умовах активної взаємодії дитини з освітнім середовищем, де центральним механізмом розвитку творчості виступає діяльність дослідницького та експериментального типу. Творчі здібності розглядаються як ключовий прояв обдарованості. Вони виявляються у здатності особистості до самостійного пошуку нового, альтернативного способу дії, у генеруванні нестандартних ідей. Творчість не є автоматичним наслідком високого інтелектуального розвитку, оскільки її потрібно спеціально формувати. Виходячи з цілей і задач, «впроваджена така система навчально-виховного процесу, де основна діяльність навчального закладу складається з трьох компонентів: 1) навчального, 2) виховного процесів і 3) науково-дослідницької роботи учнів» [5, с. 63]. Розвиток твор-

чих здібностей у процесі навчання можливий за умов організації діяльності, що містить інтелектуальний виклик, стимулює пізнавальну ініціативу та передбачає застосування дослідницьких, експериментальних і творчих методів. Саме такі дидактичні умови дозволяють обдарованому учневі перейти від репродуктивної до креативної моделі мислення.

Навчальний фізичний експеримент – це процес дослідження фізичних явищ учнями, спрямований на самостійне здобуття знань і розвиток дослідницьких умінь. Його роль полягає у створенні пізнавальних ситуацій відкриття, де учень: висуває гіпотезу; проектує хід експерименту; перевіряє її дослідним шляхом; робить висновки. Така діяльність формує інтелектуальну ініціативу, гнучкість мислення, винахідливість, що є складовими творчості.

У навчальному процесі з фізики навчальний експеримент може бути використаний на різних етапах вивчення матеріалу та з різною дидактичною метою [7]:

1. *Побудження та активізація пізнавального інтересу учнів* до вивчення предмета на перших уроках фізики. Позитивна пізнавальна мотивація до предмета майбутньої діяльності й самої діяльності обумовлює високу інтелектуальну активність учнів, яка й забезпечує їхній інтелектуальний розвиток. Уже на перших уроках фізики в 7 класі необхідно підкреслити, що фізика як природнича наука бере свій початок із дослідів. Зокрема ще в давні часи люди виявили властивість одного з видів залізної руди притягувати залізні предмети. Пізніше була помічена властивість магніту одним кінцем указувати на північ, а іншим – на південь, яка була використана для створення компасу. Але найбільш важливі властивості магніту стали відомі лише тоді, коли їх почали вивчати вчені – вони встановили, що магніти не тільки взаємно притягуються, а й відштовхуються. Учнім буде доцільно продемонструвати притягання та відштовхування магнітів. І лише в XIX столітті англійський вчений Майкл Фарадей відкрив, що за допомогою магніту можна одержати електричний струм. Потрібно продемонструвати світіння електричної лампи від магнітоелектричної машини. Звернути увагу учнів на магніти в машині. Зазначити, що нині все промислове виробництво електричної енергії побудоване на використанні явища, відкритого Фарадеєм.

2. *Постановка навчальної проблеми, яка потребує розв'язання та отримання учнями нових знань.* Навчальний експеримент, особливо якщо він має проблемний характер, стає «поштовхом» до активної пізнавальної діяльності учнів. Наприклад, під час вивчення тиску газу у 8 класі проблемна ситуація може бути створена за допомогою демонстрування такого дослідів: під ковпаком повітряного насоса розміщена металева банка, закрита гумовою плівкою. Після відкачування повітря з-під ковпака спостерігають за прогинанням плівки. Учителю ставить перед учнями завдання: пояснити причину прогинання плівки, що закриває посудину, під час відкачування повітря з-під ковпака.

3. *Управління пізнавальною діяльністю учнів* під час вивчення нового матеріалу. Під час демонстрації дослідів вчитель має можливість акцентувати увагу на найбільш важливих деталях експерименту, покращуючи розуміння сутності демонстрованих фізичних явищ і процесів. Наприклад, повідомляючи про існування

двох видів електричних зарядів, вчитель демонструє дослід: на тримач поміщена ебонітова паличка, потерта хутром, до неї спочатку підносять скляну паличку, потерту папером, а потім таку ж саму ебонітову паличку, потерту хутром. Спостерігаючи за тим, як взаємодіють ці палички, доходять відповідного висновку.

4. *Установлення фізичних закономірностей* і перевірка деяких їхніх наслідків. Зокрема для з'ясування умов плавання тіл у 7 класі проводять лабораторну роботу, де учні порівнюють архімедову силу та силу тяжіння, які діють на занурене в рідину тіло. Для обчислення архімедової сили школярі використовують результати вимірювання зміни об'єму води в мензурці після занурення в неї пробірки з піском. Для обчислення сили тяжіння використовують результати вимірювання маси пробірки з піском на важільних терезах. Порівнюючи результати обчислень, школярі самостійно мають дійти висновків: тіло спливає на поверхню, коли сила тяжіння менша від сили Архімеда; тіло плаває в рідині, коли сила тяжіння дорівнює силі Архімеда; тіло тоне, коли сила тяжіння більша за силу Архімеда.

5. *Перевірка припущень*, що були висунуті учнями у процесі обговорення навчальних проблемних ситуацій. Так, під час вивчення тиску в 7 класі, з'ясувавши, що тиск газу на стінки посудини пояснюють ударами рухомих молекул, висловлюють припущення, що тиск газу має залежати від його температури. Це припущення перевіряють на досліді з вилітанням пробки із пробірки з водою під час її нагрівання.

6. *Демонстрування прикладів застосування фізичних явищ і процесів у різних сферах*: техніці, технологіях і побуті. Наприклад, після вивчення руху зарядженої частинки в однорідному магнітному полі повторюють, які сили діють на неї з боку електричного та магнітного полів. Після цього повідомляють, що вказані фізичні закономірності покладено в основу роботи прискорювачів елементарних частинок – основних сучасних інструментів із їхнього дослідження. Розповідають, що найбільший у світі прискорювач побудований у 2008 році у ЦЕРНі, за його допомогою у 2012 році здійснили відкриття нової частинки – бозону Хіггса, про яке знає увесь світ. Насправді ж, принцип роботи циклічного прискорювача можна продемонструвати у класі із застосуванням зовсім нескладного обладнання. Демонструють дослід так: до стінок круглої пластикової посудини приклеєні смужки фольги, які через одну з'єднані з різними полюсами електрофорної машини. Помістивши кульку на одну зі смужок, після приведення в дію електрофорної машини спостерігають прискорений рух кульки, зумовлений різницею потенціалів між смужками фольги. Ознайомлення школярів з об'єктами техніко-технологічного характеру дозволяє поглибити й систематизувати знання учнів із фізики та проілюструвати зв'язок фізики з технікою та сучасними технологіями.

7. Виняткове значення навчальний експеримент має у *формуванні в учнів експериментаторських умінь і навичок*, умінь аналізувати явища, узагальнювати одержані дані. Правильно організоване демонстрування вчителем фізичного явища чи процесу є для учнів зразком діяльності під час самостійної організації та проведення експерименту.

8. *Розвиток творчості та креативності учнів*. Розвитку активності й творчого мислення учнів більшою мірою сприяють домашні досліди та спостереження, які учні виконують перед вивченням нового матеріалу [2].

Однією з умов успішного формування в учнів необхідних практичних умінь, дослідницьких навичок та особистісного досвіду експериментаторської діяльності є система раціонально підбраного та ретельно поставленого навчального експерименту [7].

Основні етапи організації творчого навчального експерименту відображено в таблиці 1.

Таблиця 1

Методика організації творчого навчального експерименту

Етап експерименту	Діяльність здобувачів освіти	Роль учителя	Очікуваний результат
Постановка проблеми	Усвідомлення суперечності, запитання	Створює пізнавальну ситуацію	Мотивація, зацікавленість
Висування гіпотези	Формулюють припущення	Спрямовує дискусію	Розвиток критичного мислення
Планування експерименту	Добір приладів, обладнання	Консультує	Організаційна самостійність
Проведення дослідів	Виконують вимірювання	Спостерігає, допомагає	Дослідницька активність
Аналіз результатів	Обробка даних, побудова графіків	Коригує, підказує	Аналітичні навички
Презентація результатів	Представлення висновків, ідей	Оцінює, ставить додаткові запитання	Розвиток комунікативності
Рефлексія	Обговорення труднощів і нових завдань	Підсумовує	Формування метапізнання

Важливим етапом в організації навчальної діяльності відіграють критерії оцінювання творчої діяльності здобувачів освіти під час експерименту. Пропонуємо наступні критерії оцінювання, представлені в таблиці 2.

Таблиця 2

Критерії оцінювання творчої діяльності під час експерименту

Критерій	Показники	Максимальний бал
Оригінальність ідеї	Новизна гіпотези, нестандартність підходу	3
Логічність методики	Послідовність, аргументованість плану	2
Якість аналізу	Вміння узагальнювати результати, робити висновки	2
Самостійність	Рівень ініціативи, мінімальна допомога вчителя	3
Презентація	Здатність до комунікації, чіткість висновків	2

Максимум: 12 балів. Такий підхід дозволяє оцінювати не лише кінцевий результат, а й процес творчої діяльності. Наведемо декілька прикладів експериментальних завдань які можуть бути використані у навчальному процесі вчителем фізики.

1. Дослід «Оптимальна форма парашута»

Мета: з'ясувати, як форма купола впливає на час падіння.

Матеріали: папір, тканина, нитки, пластилін, секундомір.

Завдання: спроектувати три варіанти парашута, провести серію випробувань, зробити висновки.

Творчий компонент: пошук оптимальної форми й матеріалу, створення графіка залежності часу від площі купола.

2. Міні-проект «Домашня енергія»

Мета: виміряти енергоспоживання побутових приладів.

Завдання: зібрати дані, запропонувати способи економії, створити інформаційний постер.

Інтеграція: фізика + інформатика + екологія.

3. Експеримент «Магнітні поля навколо нас»

Мета: виявити наявність електромагнітних полів поблизу побутових пристроїв.

Завдання: вимірювання з компасом/датчиком, аналіз відстані й сили.

Творчість: побудова карти магнітних ліній і пропозиції для зниження впливу.

На основі вище сказаного пропонуємо наступні рекомендації щодо впровадження навчального фізичного експерименту у освітній процес з метою розвитку творчих здібностей учнів: важливо планувати експеримент. Для цього необхідно чітко визначити мету експерименту, беручи до уваги розвиток критичного мислення, творчості та вміння застосовувати фізичні закони на практиці. При плануванні слід підготувати завдання, які передбачають пошук нестандартних рішень, моделювання та дослідження явищ. А також вчитель має забезпечити безпечні умови проведення експериментів з використанням відповідного обладнання.

Вчителю необхідно формувати в учнів мотивацію та використовувати заохочення. Для цього потрібно пояснювати учням практичну значущість експерименту та можливість власного відкриття; заохочувати ініціативу, а саме: давати можливість вільного вибору способу проведення експерименту або модифікації завдання. Важливо, щоб педагог підкреслював учням важливість процесу, а не лише результату, щоб вони не боялися робити помилки.

При проведенні навчального фізичного експерименту доцільно використовувати активні методи навчання, створювати проблемно-пошукові завдання та дослідження, що стимулюють креативне мислення. А також слід використовувати групову роботу для обговорення ідей і спільного аналізу результатів.

Важливими у проведенні навчального фізичного експерименту важливими є рефлексія та аналіз. Для цього необхідно проводити обговорення результатів: що вдалося, що можна покращити. Учні повинні оцінювати власний підхід до вирішення завдання та пропонувати альтернативні методи. Вчитель має коментувати творчі рішення та заохочувати пошук нестандартних рішень. А також повинен заохочувати створення моделей, схем або графіків, які наочно демонструють фізичні закономірності.

Важливо використовувати технології, зокрема, залучати цифрові датчики, симуляції або відеоаналіз для більш наочного дослідження; використовувати інтерактивні платформи для спільного моделювання експериментів.

Вчитель постійно має займатися розвитком професійних компетентностей, а саме: постійно підвищувати знання у сфері фізики та сучасних методів розвитку креативності; використовувати наукові рекомендації з психології обдарованості для стимулювання творчого потенціалу учнів.

Висновки. Проведений теоретичний аналіз наукових джерел дозволяє стверджувати, що формування творчих здібностей здобувачів освіти є ключовою умовою розвитку інтелектуального потенціалу особистості та її професійної самореалізації у майбутньому. Встановлено, що творчість не є автоматичним наслідком високого рівня інтелектуального розвитку, а потребує цілеспрямованої педагогічної підтримки, створення умов для ініціативності, самостійного мислення та дослідницької діяльності. Засобами ефективного впливу на розвиток творчих компетентностей виступає навчальний фізичний експеримент, який активізує пізнавальну діяльність, сприяє формуванню здатності до генерування нових ідей, прийняття нестандартних рішень і розвитку креативного мислення. Ефективність розвитку творчих здібностей забезпечується впровадженням інноваційних методів навчання, застосуванням міжпредметної інтеграції, диференційованим підходом та мотиваційним стимулюванням здобувачів освіти.

Встановлено, що навчальний фізичний експеримент є ефективним інструментом формування творчих здібностей здобувачів освіти. Перехід від репродуктивних до дослідницьких форм діяльності сприяє розвитку креативного, аналітичного та критичного мислення. Успішність реалізації експериментального навчання залежить від методичної підготовки педагога, створення умов для розвитку самостійності здобувачів освіти та впровадження системи оцінювання процесу діяльності. Важливо поєднувати фізичний експеримент із міжпредметними зв'язками та проєктною діяльністю, що забезпечує повноцінний розвиток творчої особистості.

Таким чином, навчальний фізичний експеримент виступає не лише інструментом засвоєння наукових знань, але і вагомим чинником розвитку творчого потенціалу. Це дозволяє розглядати його як перспективний засіб формування креативної особистості, здатної до наукового пошуку, інноваційної діяльності та самореалізації в умовах сучасного освітнього середовища. Перспективи подальших досліджень вбачаються у розробленні методичних рекомендацій щодо впровадження експериментально-дослідницької діяльності на різних етапах освітнього процесу та створенні моделей формування творчої компетентності здобувачів освіти.

Список використаних джерел:

1. Атаманчук П.С., Ляшенко О.І., Мендерецький В.В., Ніколаєв О.М. Методика і техніка навчального фізичного експерименту в старшій школі: підручник для студентів вищих навчальних закладів. Кам'янець-Подільський: Кам'янець-Подільський нац. ун-т ім. І. Огієнка, 2011. 420 с.
2. Атаманчук П.С., Панчук О.П. Дидактичні основи формування фізико-технічних компетенцій учнів: монографія. Кам'янець-Подільський: Кам'янець-Подільський нац. ун-т ім. І. Огієнка, 2011. 252 с.
3. Давиденко С.М., Кнорозок Л.М., Руденко М.П. Цифрові вимірювальні прилади у навчальному фізичному експерименті в середній школі. Вісник Чернігівського

національного педагогічного університету. Серія: Педагогічні науки. 2016. Вип. 138. С. 51–53. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/VchdpuP_2016_138_12

4. Величко С.П. Розвиток системи навчального експерименту та обладнання з фізики в середній школі: монографія. Кіровоград: КДПУ, 1998. 302 с.
5. Максимчук Н.П. Психологія дитячої обдарованості: навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. Кам'янець-Подільський: Медобори (ПП Мошак М.І.), 2003. 124 с.
6. Маноїленко Н.В., Вовкотруб В.П., Ментова Н.О. Впровадження цифрових вимірювань в шкільний фізичний експеримент. *Зб. наук. праць Кам'янець-Поділ. нац. ун-ту ім. І. Огієнка. Серія педагогічна*. Кам'янець-Подільський: Кам'янець-Поділ. нац. ун-т ім. І. Огієнка, 2017. Вип. 12: Дидактика фізики і підручники фізики (астрономії) в умовах формування європейського простору вищої освіти. С. 181–183.
7. Пасько О.О., Однорець Л.В. Фундаментальний фізичний експеримент у навчанні фізики: навчальний посібник. Суми: Сумський державний університет, 2021. 121 с.
8. Пінчук О.П., Соколюк О.М. Використання цифрового обладнання навчального експерименту як актуальна проблема природничої освіти. *STEM-освіта та Інтернет речей у природничих університетах / РВВ НУБіП України*. 2018. С. 141–144.
9. Каленик М., Пасько О. Методика віртуального демонстраційного фізичного експерименту. *Фізика та астрономія в школі: науково-методичний журнал*. 2009. № 1. С. 29–32.
10. Ржепецький В.П. Практикум з методики і техніки демонстраційного експерименту в курсі фізики середньої школи: посібник для студ. фіз.-мат. факультетів. Кривий Ріг: КПі ДВНЗ «КНУ», 2015. 244 с.
11. Сліпукхіна І., Чернецький І. Цифровий вимірювальний комплекс як формувальний чинник STEM-орієнтованого освітнього середовища. *Науковий вісник Мелітопольського державного педагогічного університету*. 2016. № 1. С. 200–209.

Oleh PANCHUK, Nataliia PANCHUK

Kamianets-Podilskyi Ivan Ohienko National University

FORMATION OF STUDENTS' CREATIVE ABILITIES WITH THE HELP OF EDUCATIONAL PHYSICAL EXPERIMENTS

Abstract. The article reveals the importance of educational physical experiments as an important means of developing the creative abilities of students. It substantiates the pedagogical and methodological foundations for organizing experimental activities in physics lessons and determines their impact on the development of creative thinking, cognitive activity, and research skills in students. It analyses modern approaches to the implementation of experiments in the context of STEM education and inquiry-based learning technologies. It provides examples of educational experiments that contribute to the formation of skills to independently plan experiments, put forward hypotheses, process results, and make generalizations. Criteria for assessing the creative activity of students in the process of experimentation have been developed. The conditions for the effective implementation of the experimental approach in general secondary education institutions are indicated. An educational physical experiment is an effective means of influencing the

development of creative competencies, serving not only as a tool for acquiring scientific knowledge, but also as an important factor in the development of creative potential. This allows us to consider it as a promising means of forming a creative personality capable of scientific research, innovative activity, and self-realization in the modern educational environment.

Key words: creative abilities, creativity, physical experiment, research activity, STEM education, student.

References:

1. Atamanchuk P.S., Liashenko O.I., Menderetskyi V.V., Nikolaiev O.M. *Metodyka i tekhnika navchalnoho fizychnoho eksperymentu v starshii shkoli: pidruchnyk dlia studentiv vyshchyykh navchalnykh zakladiv*. Kamianets-Podilskyi: Kamianets-Podil. nats. un-t im. I. Ohienka, 2011. 420 s.
2. Atamanchuk P.S., Panchuk O.P. *Dydaktychni osnovy formuvannia fizyko-tekhnichnykh kompetentsii uchniv: monohrafiia*. Kamianets-Podilskyi: Kamianets-Podil. nats. un-t im. I. Ohienka, 2011. 252 s.
3. Davydenko S.M., Knorozok L.M., Rudenko M.P. *Tsyfrovi vymyriuvalni pryklady u navchalnomu fizychnomu eksperymenty v serednii shkoli. Visnyk Chernihivskoho natsionalnoho pedahohichnoho universytetu. Seriya: Pedahohichni nauky*. 2016. Vyp. 138. S. 51–53. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/VchdpuP_2016_138_12
4. Velychko S.P. *Rozvytok systemy navchalnoho eksperymentu ta obladnannia z fizyky v serednii shkoli: monohrafiia*. Kirovohrad: KDPU, 1998. 302 s.
5. Maksymchuk N.P. *Psykhohihiia dytiachoi obdarovanosti: navchalnyi posibnyk dlia studentiv vyshchyykh navchalnykh zakladiv*. Kamianets-Podilskyi: Medobory (PP Moshak M.I.), 2003. 124 s.
6. Manoilenko N.V., Vovkotrub V.P., Mentova N.O. *Vprovadzhennia tsyfrovyykh vymyriuvan v shkilnyi fizychnyi eksperyment. Zb. nauk. prats Kamianets-Podil. nats. un-tu im. I. Ohienka. Seriya pedahohichna*. Kamianets-Podilskyi: Kamianets-Podil. nats. un-t im. I. Ohienka, 2017. Vyp. 12: Dydaktyka fizyky i pidruchnyky fizyky (astronomii) v umovakh formuvannia yevro-peiskoho prostoru vyshchoi osvity. S. 181–183.
7. Pasko O.O., Odnodvoret L.V. *Fundamentalnyi fizychnyi eksperyment u navchanni fizyky: navchalnyi posibnyk*. Sumy: Sums'kyi derzhavnyi universytet, 2021. 121 s.
8. Pinchuk O.P., Sokoliuk O.M. *Vykorystannia tsyfrovoho obladnannia navchalnoho eksperymentu yak aktualna problema pryrodnychoi osvity. STEM-osvita ta Internet rechei u pryrodnychyykh universytetakh / RVV NUBiP Ukrainy*. 2018. S. 141–144.
9. Kalenyk M., Pasko O. *Metodyka virtualnoho demonstratsiinoho fizychnoho eksperymentu. Fizyka ta astronomiia v shkoli: naukovo-metodychnyi zhurnal*. 2009. № 1. S. 29–32.
10. Rzhetskyi V.P. *Praktykum z metodyky i tekhniki demonstratsiinoho eksperymentu v kursy fizyky serednoi shkoly: posibnyk dlia stud. fiz.-mat. fakultetiv*. Kryvyi Rih: KPI DVNZ «KNU», 2015. 244 s.
11. Slipukhina I., Chernetskyi I. *Tsyfrovi vymyriuvalni kompleks yak formuvalni chynnyky STEM-orientovanoho osvitnoho seredovyshcha. Naukovyi visnyk Melitopolskoho derzhavnogo pedahohichnoho universytetu*. 2016. № 1. S. 200–209.

Отримано: 9.09.2025

Руслан ПОВЕДА¹, Тетяна ПОВЕДА²

Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка

e-mail: ¹povedar@kpnpu.edu.ua, ²poveda.tetiana@kpnpu.edu.ua,;ORCID: ¹0000-0002-0067-6153, ²0000-0003-3244-6907**ДИДАКТИЧНИЙ ПОТЕНЦІАЛ КЛАСИЧНОЇ ЗАДАЧІ ТРЬОХ ТІЛ
У ВИКЛАДАННІ МЕХАНІКИ ДЛЯ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ ФІЗИКИ**

Анотація. У статті розглянуто необхідність включення проблеми трьох тіл до змісту університетського курсу класичної механіки під час підготовки майбутніх учителів фізики. Обґрунтовано методичну, наукову й пізнавальну цінність проблеми як важливого змістового компонента, що поєднує класичні положення механіки з сучасними підходами до моделювання та теорією хаосу. Вивчення проблеми трьох тіл сприяє формуванню дослідницьких, цифрових, аналітичних, методичних та міждисциплінарних компетентностей здобувачів вищої освіти. Зазначено, що проблема трьох тіл забезпечує перехід від репродуктивного навчання до дослідницької STEM-парадигми та є важливим чинником модернізації фізичної освіти і розвитку наукового мислення майбутніх учителів.

Ключові слова: проблема трьох тіл; класична механіка; підготовка вчителів фізики; математичне моделювання; STEM-освіта; міждисциплінарність; наукове мислення; цифрові компетентності.

Сучасна фахова освіта у закладах вищої освіти, спрямована на підготовку майбутніх учителів фізики, потребує не лише загального опанування традиційного теоретичного матеріалу, а й розвитку здатності здобувачів вищої освіти до наукового мислення, критичного аналізу явищ та використання математичного моделювання у прогнозуванні поведінки реальних фізичних систем [8; 9]. У цьому контексті важливим є вибір змістових компонентів, які з одного боку, відображають класичний фундамент фізики, а з іншого – створюють місток до сучасних наукових підходів та міждисциплінарних досліджень.

Однією з таких змістових ланок є задача трьох тіл (ЗТТ) – фундаментальна задача небесної механіки, яка бере початок із законів Ньютона та відкриває шлях до теорії хаосу, нелінійної динаміки, космічної навігації та комп'ютерного моделювання [4; 7]. Попри свою математичну складність, дана проблема має надзвичайно вагоме методологічне, дидактичне і світоглядне значення, тому її введення в курс механіки для студентів-фізиків педагогічних спеціальностей є цілком логічним та обґрунтованим.

Метою публікації є обґрунтування необхідності включення задачі трьох тіл до робочих програм курсу класичної механіки у підготовці майбутніх учителів фізики та визначення функцій, які вона виконує у формуванні професійних компетентностей. Проблема трьох тіл є ідеальним прикладом для подолання поширеного міфу про абсолютну точність і передбачуваність класичної механіки, який нерідко виникає під впливом шкільного курсу фізики. Важливим є те, що здобувачі вищої освіти мають перейти від лінійної та майже геометричної інтерпретації руху до розуміння складних динамічних систем у відкритому фізичному світі.

Виклад основного матеріалу. Задача трьох тіл виникла як логічне продовження формулювання Ньютоном загальних законів руху та закону всесвітнього тяжіння [1]. У класичному формулюванні вона полягає у знаходженні точного розв'язку рівнянь руху для трьох масивних тіл, що взаємодіють лише гравітаційно. Спершу передбачалося, що задача, подібно до задачі двох тіл, також має аналітичний розв'язок, проте подальші дослідження Лагранжа, Ейлера та, осо-

бливо, Пуанкаре показали, що система має надзвичайно складну поведінку, а в загальному випадку точних аналітичних рішень не існує [3; 4; 6]. Історія розвитку підходів до проблеми трьох тіл відображає зміну парадигм у науці: від віри у повну визначеність світу до усвідомлення нелінійності, локальної нестійкості, чутливості до початкових умов та множинності можливих траєкторій [3; 7]. Для майбутнього учителя фізики така історико-пізнавальна лінія надзвичайно важлива, оскільки показує еволюцію наукового знання, а не лише готові результати.

Цінність задачі трьох тіл полягає у формуванні таких світоглядних положень [4; 7]:

- не всі фізичні проблеми мають точний аналітичний розв'язок, навіть якщо вони описуються простими законами;
- класична механіка є надзвичайно багатшаровою дисципліною і може приводити до хаотичних режимів руху;
- математичне моделювання є невід'ємною частиною сучасної фізики, нарівні з аналітичними методами.

Таким чином, задача трьох тіл стає засобом переходу від шкільної фізики до реальної наукової фізики [8; 9]. Типова робоча програма підготовки вчителя фізики у вітчизняних ЗВО включає такі розділи: кінематика, динаміка, закони збереження, механіка систем частинок, механіка твердого тіла, елементи аналітичних формулювань, рух у центральному полі та основні спеціальної теорії відносності (СТВ). Зміст є фундаментальним та методично цілісним, однак у ньому відсутня відсутність проблемно-орієнтованих, прикладних та прогностичних тем, де здобувач вищої освіти міг би застосовувати методи мислення вченого ХХІ століття. Задача трьох тіл у цьому контексті виконує такі функції: об'єднує більшість вивчених розділів механіки, включаючи лагранжову та гамільтонову формалізацію; стимулює до використання цифрових засобів, без яких сучасний учитель не може виконувати свою функцію; впроваджує елементи астрономії та космічної фізики, що актуально для нової української шкільної програми; виступає завершальним і концептуальним елементом навчальної дисципліни [4-7].

Згідно з сучасними підходами до підготовки вчителя, результатом навчання є сформована здатності діяти в нестандартних ситуаціях. Включення в курс матеріалу про задачу трьох тіл сприяє формуванню таких компетентностей здобувачів вищої освіти як:

- 1) науково-дослідницька – постановка задачі, побудова моделі, інтерпретація результатів;
- 2) ІКТ-компетентність – робота з програмними середовищами моделювання;
- 3) методична – розвиток навичок пояснення складного простими прикладами;
- 4) креативно-інженерна – застосування результатів до реальних задач навігації;
- 5) міждисциплінарна – зв'язок фізики, математики, інформатики й астрономії.

Задача трьох тіл також дозволяє розвивати критичне мислення, оскільки формулювання задачі й результати її розв'язання не завжди однозначні і потребують аналізу альтернативних рішень. Задача трьох тіл виходить далеко за межі класичної механіки. Вона є базою для сучасної космічної навігації (маршрути зондів, супутників та міжпланетних апаратів); розуміння динаміки багатозоряних систем та екзопланетних конфігурацій; дослідження хаосу та стохастичних систем [6; 7]. Таким чином, задача трьох тіл формує в здобувача вищої освіти науковий горизонт, який виходить за межі традиційної робочої програми та підсилює майбутню STEM-діяльність.

Для учителя фізики важливо вміти перекодувати складні знання у доступні освітні формати. Задача трьох тіл дозволяє створювати навчальні інтерактивні симуляції та відео демонстрації, шкільні міні-проекти, міжпредметні дослідницькі роботи конкурсів МАН, завдання з аналізом реальних графіків та траєкторій. Це робить навчання дослідницьким, що повністю узгоджується з Концепцією Нової української школи [9].

На нашу думку, не збільшуючи обсяг навчальних годин з механіки, варто переформатувати один із завершальних модулів. Найдоцільніше включати задачу трьох тіл до тем «Рух у гравітаційному полі» або «Елементи аналітичної механіки». Наприклад:

1. Лекція – історико-філософський та науковий аспект задачі трьох тіл

Тривалість: 90 хв. (2 академічні години).

Мета: Сформувати розуміння природи задачі трьох тіл, її історичного, філософського, наукового та методологічного значення.

Очікувані результати навчання:

- пояснити зміст і постановку задачі трьох тіл;
- охарактеризувати внесок Ньютона, Ейлера, Лагранжа та Пуанкаре;
- дати розуміння межі аналітичних методів класичної механіки;
- описати зв'язок між ЗТТ та теорією хаосу;
- обґрунтовувати актуальність ЗТТ у сучасній фізичній науці та освіті.

Орієнтовна структура лекції представлена у таблиці 1.

Домашнє завдання можна запропонувати таке:

Прочитати фрагмент праці А. Пуанкаре «Про науку» та сформулювати три ключові ідеї.

Підготувати міні-виступ: «Навіщо вчителю фізики знати про задачу трьох тіл?».

Таблиця 1

Структура, зміст та тривалість етапів лекційного заняття

Етап	Тривалість	Зміст
Мотиваційний вступ	10 хв.	Відеофрагмент або симуляція хаотичного руху трьох тіл, проблемне питання.
Історично-науковий блок	20 хв.	Постановка задачі Ньютона → часткові рішення → дослідження Пуанкаре.
Філософсько-пізнавальний блок	15 хв.	Детермінізм → індетермінізм → хаос → чутливість до початкових умов.
Методологічний блок	25 хв.	Порівняння задачі двох і трьох тіл, точки Лагранжа L1-L5, фазовий простір.
Актуальні застосування	10 хв.	Космічні місії Voyager, SOHO, JWST, прогнозування астероїдів.
Висновки і рефлексія	10 хв.	Міні-тест або коротка дискусія.

2. Практичне заняття – чисельне моделювання (Python, GeoGebra, Desmos)

Тривалість: 90 хв.

Мета: Навчити створювати прості чисельні моделі руху тіл у гравітаційному полі та аналізувати їх поведінку.

Програмні інструменти для вибору: Python; GeoGebra Classic / 3D; Desmos Graphing Calculator; Universe Sandbox / Algodoo.

Практичні завдання:

Рівень	Опис завдання
Базовий (обов'язковий)	Задати 3 тіла з масами та координатами; побудувати траєкторії; візуалізувати.
Середній	Дослідити вплив малих змін початкових умов ($\pm 0,5\%$) та порівняти траєкторії.
Поглиблений	Побудувати модель обмеженого випадку або знайти періодичні орбіти.

Очікуваний результат: створена та пояснена власна симуляція руху трьох тіл.

3. Проектне завдання – аналіз стійкості траєкторій

Мета: Розвинути дослідницькі вміння та вміння презентувати результати моделювання та застосування в навчанні.

Формати виконання (на вибір здобувача вищої освіти): дослідницька робота і презентація; відеодемонстрація (2–5 хв).

Методична розробка для практичного заняття.

Етапи виконання:

Етап	Дія	Результат
1.	Формулювання проблемного питання	Обґрунтування актуальності
2.	Вибір початкових параметрів	Таблиця параметрів
3.	Запуск моделі декілька разів	Набір траєкторій
4.	Аналіз графіків і порівнянь	Аналітичний висновок
5.	Педагогічна трансляція	Готовий освітній продукт

Наведемо кілька орієнтовних тем для індивідуальних науково-дослідницьких завдань (ІНДЗ):

1. Чому JWST знаходиться у точці L2?

- Ефект метелика у задачі трьох тіл.
- Періодичні орбіти у моделі трьох тіл для практичного заняття з фізики.

Останню запропоновану тему проєкту продемонструємо на прикладі моделювання відомого періодичного розв'язання задачі трьох тіл, так званої, орбіти «фігура-8». Модель створена засобами Python з використанням чисельного методу Рунге-Кутта четвертого порядку (RK4). Це рішення доводить, що навіть при складній динаміці існують стійкі та повторювані траєкторії, що становить значну дидактичну цінність у викладанні механіки. Нижче наводимо повний код (Python) програми з моделюванням орбіти «фігура-8»:

```
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
G = 1.0
m1 = m2 = m3 = 1.0
r1 = np.array([-0.97000436, 0.24308753])
r2 = np.array([ 0.97000436, -0.24308753])
r3 = np.array([0.0, 0.0])
v1 = np.array([0.4662036850, 0.4323657300])
v2 = np.array([0.4662036850, 0.4323657300])
v3 = -2 * v1
y0 = np.hstack([r1, r2, r3, v1, v2, v3])
def deriv(y):
    r1 = y[0:2]; r2 = y[2:4]; r3 = y[4:6]
    v1 = y[6:8]; v2 = y[8:10]; v3 = y[10:12]
    def acc(ri, rj, rk, mj, mk):
        a = np.zeros(2)
        for r, m in ((rj, mj), (rk, mk)):
            dr = r - ri
            dist3 = np.linalg.norm(dr)**3
            a += G * m * dr / dist3
        return a
    a1 = acc(r1, r2, r3, m2, m3)
    a2 = acc(r2, r1, r3, m1, m3)
    a3 = acc(r3, r1, r2, m1, m2)
    return np.hstack([v1, v2, v3, a1, a2, a3])
def rk4_step(f, y, h):
    k1 = f(y)
    k2 = f(y + 0.5 * h * k1)
    k3 = f(y + 0.5 * h * k2)
    k4 = f(y + h * k3)
    return y + (h/6)*(k1 + 2*k2 + 2*k3 + k4)
steps = 5000
h = 0.005
Y = np.zeros((steps, 12))
Y[0] = y0.copy()
for i in range(steps-1):
    Y[i+1] = rk4_step(deriv, Y[i], h)
x1, y1 = Y[:,0], Y[:,1]
x2, y2 = Y[:,2], Y[:,3]
x3, y3 = Y[:,4], Y[:,5]
plt.figure(figsize=(6,6))
plt.plot(x1, y1, 'r', label='Body 1')
plt.plot(x2, y2, 'g', label='Body 2')
plt.plot(x3, y3, 'b', label='Body 3')
plt.legend()
plt.title("Figure-8 Three Body")
plt.axis('equal')
plt.grid(True)
plt.show()
```

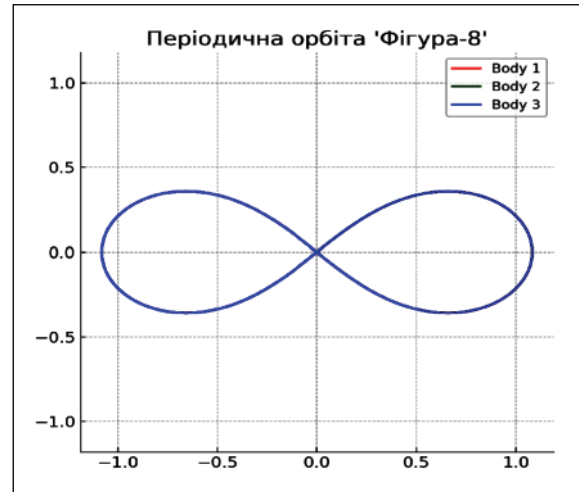


Рис. 1. Графічний результат виконання програми

Висновок. Розгляд задачі трьох тіл у курсі класичної механіки закладів вищої освіти є методично й дидактично доцільним, особливо в контексті підготовки майбутніх учителів фізики. Ця проблема посідає унікальне місце між фундаментальною теорією та сучасними міждисциплінарними підходами, дозволяючи продемонструвати як потужність класичної механіки, так і її об'єктивні межі.

Задача трьох тіл є наочним прикладом детермінованого хаосу в межах ньютонівської фізики, що дозволяє подолати спрощене уявлення про повну передбачуваність класичних законів. Її вивчення дозволяє подолати поширене серед студентів уявлення про класичну фізику як повністю передбачувану науку. Усвідомлення чутливості руху до початкових умов формує сучасне наукове мислення та коректне розуміння меж прогнозування фізичних процесів. Для майбутнього вчителя це особливо важливо, оскільки дає змогу пояснювати учням різницю між точними законами і практичними обмеженнями їх застосування. Важливим є й методичний потенціал задачі трьох тіл як основи для інтеграції фізики, математики та обчислювальних методів. Вона створює природний перехід від аналітичних моделей до чисельного моделювання, що відповідає сучасним вимогам цифровізації освіти. Залучення реальних астрономічних і космічних прикладів підвищує навчальну мотивацію та сприяє формуванню цілісної наукової картини світу.

Включення задачі трьох тіл у підготовку майбутніх учителів фізики має важливе педагогічне значення. Вона є ефективним інструментом розвитку критичного мислення, вміння аналізувати моделі, оцінювати припущення та коректно інтерпретувати результати. Майбутній учитель, який розуміє природу цієї проблеми, здатен якісніше пояснювати учням складні явища, формувати в них наукову культуру та інтерес до фізики як живої і динамічної науки.

Список використаних джерел:

- Newton I. The Principia: The Authoritative Translation and Guide. University of California Press, 2016. 992 p.
- Meyer K., Hall G., Offin D. Introduction to Hamiltonian Dynamical Systems and the N-Body Problem. Springer, 2009. 294 p.
- Barrow-Green J. Poincaré and the Three-Body Problem. American Mathematical Society, 1997. 272 p.

4. Barrow-Green J. Poincaré and the Three-Body Problem. Providence, RI; London: American Mathematical Society; London Mathematical Society, 1997. 272 p.
5. Szebehely V. Theory of Orbits: The Restricted Problem of Three Bodies. Academic Press, 1967. 684 p.
6. Murray C.D., Dermott S.F. Solar System Dynamics. Cambridge University Press, 1999. 592 p.
7. Sussman G., Wisdom J. Chaotic Evolution of the Solar System. *Science*, 1992. P. 56–62.
8. Міністерство освіти і науки України. Професійний стандарт «Вчитель закладу загальної середньої освіти». Наказ № 1225 від 29.08.2024. Київ: МОН, 2024. URL: <https://mon.gov.ua/npa/pro-zatverdzhennia-profesiinoho-standartu-vchytel-zakladu-zahalnoi-serednoi-osvity>
9. Міністерство освіти і науки України. Концепція «Нова українська школа» (The New Ukrainian School). Київ: МОН, 2017. 32 с. URL: <https://mon.gov.ua/static-objects/mon/sites/1/zagalna%20serednya/Book-ENG.pdf>
10. Міністерство освіти і науки України. Концептуальні засади освітніх галузей та дорожня карта реалізації освітніх галузей на 2025-2030 роки: Наказ № 1163 від 20.08.2025. Київ: МОН, 2025. URL: <https://mon.gov.ua/static-objects/mon/uploads/public/68a/5ca/156/68a5ca1564e55890491351.pdf>
11. Кабінет Міністрів України. Стратегія розвитку вищої освіти в Україні на 2022-2032 роки: Розпорядження КМУ № 286-р від 23.02.2022. Київ, 2022. URL: <https://www.kmu.gov.ua/npas/pro-shvalennya-strategiyi-rozvitku-vyshchoyi-osviti-v-ukrayini-na-2022-2032-roki-286-r>
12. Міністерство освіти і науки України. Державний стандарт базової середньої освіти. Постанова КМУ № 898 від 30.09.2020. Київ, 2020. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/898-2020-%D0%BF>

Ruslan POVEDA, Tetyana POVEDA

Kamianets-Podilskyi Ivan Ohienko National University

DIDACTIC POTENTIAL OF THE THREE-BODY PROBLEM IN TEACHING CLASSICAL MECHANICS TO FUTURE PHYSICS TEACHERS

Abstract. The article examines the necessity of integrating the three-body problem into the university course of classical mechanics for future physics teachers. Its methodological, scientific, and cognitive value is substantiated as an essential component that links classical mechanics with modern modelling approaches and chaos theory. It is demonstrated that studying the three-body problem contributes to the development of research, digital, analytical, methodological, and interdisciplinary competencies. The problem provides a transition from reproductive learning to an inquiry- and STEM-oriented

paradigm and serves as an important factor in modernizing physics education and fostering scientific thinking among future teachers.

Key words: three-body problem; classical mechanics; physics teacher training; chaos theory; mathematical modelling; STEM education; interdisciplinarity; scientific thinking; digital competencies.

References:

1. Newton I. The Principia: The Authoritative Translation and Guide. University of California Press, 2016. 992 p.
2. Meyer K., Hall G., Offin D. Introduction to Hamiltonian Dynamical Systems and the N-Body Problem. Springer, 2009. 294 p.
3. Barrow-Green J. Poincaré and the Three-Body Problem. American Mathematical Society, 1997. 272 p.
4. Barrow-Green J. Poincaré and the Three-Body Problem. Providence, RI; London: American Mathematical Society; London Mathematical Society, 1997. 272 p.
5. Szebehely V. Theory of Orbits: The Restricted Problem of Three Bodies. Academic Press, 1967. 684 p.
6. Murray C.D., Dermott S.F. Solar System Dynamics. Cambridge University Press, 1999. 592 p.
7. Sussman G., Wisdom J. Chaotic Evolution of the Solar System. *Science*, 1992. P. 56–62.
8. Ministerstvo osvity i nauky Ukrainy. Profesiyni standart «Vchytel zakladu zahalnoi serednoi osvity». Nakaz № 1225 vid 29.08.2024. Kyiv: MON, 2024. URL: <https://mon.gov.ua/npa/pro-zatverdzhennia-profesiinoho-standartu-vchytel-zakladu-zahalnoi-serednoi-osvity>
9. Ministerstvo osvity i nauky Ukrainy. Kontseptsiiia «Nova ukrainska shkola» (The New Ukrainian School). Kyiv: MON, 2017. 32 s. URL: <https://mon.gov.ua/static-objects/mon/sites/1/zagalna%20serednya/Book-ENG.pdf>
10. Ministerstvo osvity i nauky Ukrainy. Kontseptualni zasady osvitynih haluzei ta dorozhnia karta realizatsii osvitynih haluzei na 2025-2030 roky: Nakaz № 1163 vid 20.08.2025. Kyiv: MON, 2025. URL: <https://mon.gov.ua/static-objects/mon/uploads/public/68a/5ca/156/68a5ca1564e55890491351.pdf>
11. Kabinet Ministriv Ukrainy. Stratehiia rozvytku vyshchoi osvity v Ukraini na 2022-2032 roky: Rozporiadzhennia KMU № 286-r vid 23.02.2022. Kyiv, 2022. URL: <https://www.kmu.gov.ua/npas/pro-shvalennya-strategiyi-rozvitku-vyshchoyi-osviti-v-ukrayini-na-2022-2032-roki-286-r>
12. Ministerstvo osvity i nauky Ukrainy. Derzhavnyi standart bazovoi serednoi osvity. Postanova KMU № 898 vid 30.09.2020. Kyiv, 2020. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/898-2020-%D0%BF>

Отримано: 22.10.2025

Анатолій СІЛЬВЕЙСТР¹, Микола МОКЛЮК², Богдан ПАВЛЮК³^{1,2}Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського³Комуніальний заклад вищої освіти «Вінницький гуманітарно-педагогічний коледж»e-mail: ¹silvestram@gmail.com, ²mokljuk@gmail.com, ³boh84@gmail.com;ORCID: ¹0000-0002-3633-3910, ²0000-0002-8717-5940, ³0000-0002-7563-9736

НЕФОРМАЛЬНА ОСВІТА ЯК ЧИННИК ПРОФЕСІЙНОГО СТАНОВЛЕННЯ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ ФІЗИКИ

Анотація. У статті розглянуто проблему неформальної освіти як важливий чинник професійного становлення майбутніх учителів фізики в умовах модернізації освітнього простору. Проаналізовано особливості неформальної освіти, зокрема її гнучкість, добровільність, практичну спрямованість і здатність швидко реагувати на потреби сучасної науки й суспільства. Виявлено, що участь здобувачів вищої освіти фізико-математичних спеціальностей у наукових гуртках, тренінгах, освітніх фестивалях, наукових та навчальних проєктах громад та онлайн-курсах сприяє розвитку дослідницьких, комунікативних і педагогічних компетентностей. Визначено, що неформальна освіта підсилює мотивацію до самоосвіти, формує інтерес до інноваційних методів навчання фізики та забезпечує умови для творчої самореалізації майбутнього вчителя. Акцентовано увагу на необхідності інтеграції неформальних освітніх практик у систему професійної підготовки педагогів, що дають можливість сформувати конкурентоспроможного, мобільного та компетентного фахівця, здатного ефективно діяти в умовах безперервної освіти та сьогодення.

Ключові слова: неформальна освіта, професійне становлення, майбутній учитель фізики, самоосвіта, професійна компетентність.

Постановка проблеми у загальному вигляді.

Сучасні тенденції розвитку освіти вимагають від майбутніх учителів фізики високого рівня професійної компетентності, здатності до безперервного саморозвитку та адаптації до змін науково-технологічного середовища. Формальна освіта не завжди забезпечує достатні умови для розвитку цих якостей, оскільки часто має стандартизований і теоретично орієнтований характер. У цьому контексті неформальна освіта виступає важливим чинником професійного становлення майбутнього педагога, оскільки надає можливість для самостійного вибору освітньої траєкторії, участі у практично спрямованих заходах, проєктах і наукових ініціативах. Проте в сучасній педагогічній науці недостатньо розроблено підходи до системного використання потенціалу неформальної освіти у процесі підготовки майбутніх учителів фізики, що зумовлює необхідність теоретичного обґрунтування та пошуку ефективних шляхів її інтеграції в освітній процес.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питання розвитку неформальної освіти активно досліджуються у працях вітчизняних і зарубіжних учених. Значну увагу проблемі освіти впродовж життя приділяють сучасні науковці, зокрема О. Аніщенко, І. Ахновська, О. Бершадська, Й. Бйорнавольд, Л. Ващенко, П. Веркін, Н. Гуцина, М. Джонсон, І. Жукевич, Д. Колардін, Л. Лук'янова, Д. Маєвська, Н. Павлик, С. Прийма, Т. Сімкінс та інші, які розкривають теоретичні засади неформальної та інформальної освіти. У дослідженнях наголошується на важливості неформальної освіти як чинника професійного розвитку педагога та підвищення його конкурентоспроможності. Водночас питання застосування неформальної освіти у процесі підготовки майбутніх учителів фізики залишаються недостатньо розробленими. Більшість праць зосереджено на загальнопедагогічних аспектах, без урахування специфіки фізичної освіти. Тому подальшого дослідження потребують методичні підходи до використання неформальних освітніх практик у професійному становленні майбутніх учителів фізики.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми.

Попри зростання інтересу до проблеми неформальної освіти, низка аспектів її впливу на професійне становлення майбутніх учителів фізики залишається недостатньо вивченою. Зокрема, не з'ясовано в повній мірі роль неформальної освіти у формуванні професійних компетентностей майбутніх педагогів, а також її вплив на розвиток мотивації до самоосвіти та науково-дослідної діяльності. Недостатньо опрацьовано методичні підходи до інтеграції форм неформальної освіти у процес фахової підготовки майбутніх учителів фізики, а також можливості використання сучасних цифрових ресурсів – онлайн-курсів, науково-популярних платформ, STEM-клубів тощо. Крім того, залишається відкритим питання визначення критеріїв оцінювання результативності неформальної освіти у професійному розвитку майбутніх учителів фізики.

Мета дослідження: з'ясувати роль неформальної освіти у професійному становленні майбутніх учителів фізики та визначити ефективні шляхи її використання у підготовці здобувачів.

Виклад основного матеріалу. Сучасна система професійної підготовки майбутніх учителів фізики потребує пошуку нових підходів, що забезпечують її гнучкість, практичну спрямованість і відповідність вимогам часу. Одним із ефективних шляхів удосконалення підготовки педагогів є залучення здобувачів до неформальної освіти, яка розширює можливості традиційного навчання, створюючи умови для саморозвитку та професійного зростання. Саме неформальна освіта сприяє формуванню творчої активності, дослідницьких умінь і стійкої мотивації до самоосвіти майбутніх учителів фізики.

Спочатку доцільно розглянути сутність поняття неформальна освіта. У законі України «Про освіту» [4] говориться, що неформальна освіта – це освіта, яка здобувається, як правило, за освітніми програмами та не передбачає присудження визнаних державою освітніх кваліфікацій за рівнями освіти, але може завершуватися присвоєнням професійних та/або прису-

дженням часткових освітніх кваліфікацій. У розумінні В. Бахрушина [2] неформальна освіта – це організована, цілеспрямована та спланована діяльність, яку ініціює сам учасник освітнього процесу. Її основна особливість полягає в тому, що вона виступає доповненням, альтернативою або продовженням формальної освіти в контексті навчання протягом життя. Така освіта спрямована на забезпечення права кожного на доступ до знань незалежно від віку чи професійного статусу. Зазвичай вона реалізується у форматі короткострокових курсів, семінарів, тренінгів або майстер-класів. Результати неформальної освіти можуть не визнаватися офіційними освітніми установами, проте сприяють розвитку життєвих, професійних і соціокультурних компетентностей. Вона охоплює навчальні програми для дітей, які не відвідують школу, молоді та дорослих, зокрема з підвищення грамотності, набуття практичних навичок і загального розвитку особистості.

У Меморандумі про навчання протягом усього життя [12] говориться, що неформальне навчання відбувається паралельно з основними системами освіти та підготовки і, як правило, не передбачає отримання офіційних сертифікатів. Воно може здійснюватися на робочому місці, а також у межах діяльності організацій та груп громадянського суспільства, таких як молодіжні об'єднання, профспілки та політичні партії. Крім того, неформальне навчання реалізується через спеціальні організації або служби, створені з метою доповнення формальної освіти. До таких форм належать заняття мистецтвом, музикою, спортом, а також приватне репетиторство, спрямоване на підготовку до іспитів.

Відповідно до матеріалів, що висвітлені у Міжнародному стандарті класифікації освіти ISCED при Інституті статистики ЮНЕСКО [13], то неформальна освіта є інституціоналізованою, цілеспрямованою та спланованою діяльністю, що доповнює або замінює формальну освіту в межах концепції навчання впродовж життя. Вона орієнтована на осіб будь-якого віку, часто має короткотривалий або гнучкий характер і реалізується у формі курсів, практикумів чи семінарів. Зазвичай така освіта не веде до офіційного визнання кваліфікацій, однак іноді її результати можуть бути зараховані як частина формальної освітньої програми.

Результати розвідок І. Ахновської [1] засвідчують, що в Україні неформальна освіта молоді та дорослих реалізується через навчально-просвітницькі ініціативи, спрямовані на розвиток додаткових умінь і навичок різних категорій населення. Її відрізняє варіативність змісту, гнучкість форм і відсутність обов'язкових сертифікатів чи дипломів. Найпоширенішими напрямками є мистецький, оздоровчий, мовний, інформаційно-комунікаційний, психологічний і реабілітаційний. Навчання відбувається в університетах, клубах, громадських організаціях, культурних центрах, музеях, бібліотеках, студіях чи майстернях. Популярності набувають курси, тренінги, майстер-класи та індивідуальні заняття, переважно у форматі комерційних проєктів. Сучасні виклики акцентують увагу на розвитку особистісного та професійного потенціалу, здоров'я, життєстійкості та мобільності людини. Неформальна освіта, як гнучка й доступна форма навчання, сприяє соціалізації, духовному розвитку, самоосвіті й самореалізації особистості.

Неформальне навчання є гібридом інших форм навчання, що означає, що саме у взаємодії формальних та неформальних елементів неформальність набуває свого особливого характеру [14, с. 4]. На думку І. Юника [10] неформальна освіта також має організований характер, проте, на відміну від формальної, здобувається у зручний для учасника час і не передбачає жорстких нормативних вимог щодо освітнього середовища (державних стандартів, навчальних планів тощо) чи чітко визначених критеріїв для вступу (вікових або професійних). Такі вимоги формуються природно, відповідно до особливостей цільової аудиторії. Замість офіційного державного документа про освіту, учасник неформального навчання отримує сертифікат, посвідчення або диплом підвищення кваліфікації, які визнаються переважно у межах певної галузі чи закладу. Важливою перевагою цього виду освіти є добровільність участі, що ґрунтується на усвідомленому прагненні до професійного розвитку та можливості адаптувати освітній процес до власних пізнавальних і життєвих потреб.

Л. Ващенко у роботі [3] розглядає неформальну освіту дорослих як нове якісне явище в соціально-освітньому просторі України, орієнтоване на реалізацію освітніх і соціальних завдань. З погляду Л. Ніколаєнко [5] неформальна освіта, що виступає доповненням до формальної, сприяє набуттю знань, умінь і навичок, необхідних для соціально й економічно активного громадянина. Зміст програм, форми навчання та їх тривалість визначаються закладами освіти дорослих, організаціями освіти впродовж життя, а також окремими фахівцями чи споживачами освітніх послуг. У розумінні авторів праці [8] неформальна освіта є відкритою для всіх, незалежно від віку, професії чи рівня інтелектуального розвитку, і зазвичай не має жорстких часових меж. Вона широко застосовує інноваційні підходи, сучасні методики та технології навчання.

В напрацюваннях науковці [1] зазначено, що відкрита освіта є важливою складовою процесу інформатизації суспільства. Узагальнення нею наукових джерел дало змогу порівняти підходи дослідників до розуміння поняття «неформальна освіта», яке розглядається як ключовий елемент концепції «навчання впродовж життя». Це питання привертає увагу як міжнародних організацій, так і вітчизняних науковців. Неформальну освіту визначено як процес індивідуального здобуття знань і навичок поза межами формальної системи, що має організований і спланований характер, але зазвичай не завершується отриманням офіційної кваліфікації.

За Н. Павлик [7] неформальний рівень організації системи освіти розвивається як інноваційний, додатковий, громадський; включає освітню діяльність позаінституційного характеру; характеризується орієнтованістю на потреби, суб'єктністю, децентралізованістю, індивідуалізованістю, добровільністю. Розглянутий контекст стосується зростаючої співпраці між державами Європейського Союзу з метою узгодження механізмів, які сприятимуть підвищенню прозорості професійних кваліфікацій між країнами, а також оцінці чинних механізмів визнання формального, неформального й інформального навчання у національних системах у контексті розроблення стратегій

безперервної освіти. Питання визнання неформального навчання у національних системах освіти у контексті розроблення стратегій безперервної освіти розглянуто науковцями (Д. Колардіним, Й. Бйорнавольдом) у праці [11]. Т. Сімкінс [16] наголошує, що потрібно продовжувати розвивати різні види неформальної освіти в галузях, які явно не конкурують з формальною освітою та виділяє два напрямки впровадження:

1) там, де дефіцит ресурсів ускладнює урядом задоволення постійно зростаючого попиту на формальну освіту, неформальні програми, розроблені для отримання формальних кваліфікацій стають альтернативними засобами, мають всі шанси стати популярними і отримати значну підтримку;

2) слід зосередитися переважно на дорослих, особливо на тих, хто проживає в сільській місцевості і, як правило, має невеликі шанси щодо отримання формальним чином у закладі освіти. П. Веркін [17, с. 9] звертає уваги на деякі переваги у неформальному навчанні. На його думку визнання результатів неформального та інформального навчання також може покращити рівність у трьох конкретних аспектах. *По-перше*, це може полегшити повернення осіб, які покинули навчання, до формального навчання, даючи їм другий шанс. *По-друге*, це може бути привабливим для членів незахищених груп, чиї компетенції можуть бути менш очевидними або які з тих чи інших причин не змогли здобути кваліфікацію через формальну систему освіти. *По-третє*, це може допомогти відновити рівність між поколіннями, оскільки набагато менша група старших працівників мала доступ до вищої освіти (та відповідних кваліфікацій), ніж це є сьогодні.

Таким чином, визнання результатів неформального навчання відкриває нові можливості для підвищення рівності та доступності освіти. Ці принципи можуть бути ефективно реалізовані і в системі підготовки майбутніх учителів фізики, де неформальна освіта виступає потужним інструментом професійного розвитку. Вона сприяє формуванню практичних умінь, творчого мислення, педагогічної гнучкості й готовності до використання інноваційних технологій в освітньому процесі. Завдяки участі у тренінгах, наукових гуртках, освітніх проєктах чи програмах STEM-напрямку, майбутні вчителі фізики мають змогу здобувати цінний досвід поза межами формальної освіти, що підсилює їхню професійну компетентність і адаптивність у сучасному освітньому середовищі.

Отже, неформальна освіта є потужним чинником професійного становлення майбутніх учителів, оскільки вона доповнює формальне навчання практичними навичками, інноваційними методиками та актуальними знаннями.

Далі наведемо конкретні приклади реалізації неформальної освіти для професійного становлення майбутніх учителів фізики:

Розглянемо приклади розвитку фахових та методичних компетентностей здобувачів під час різних форм неформальної освіти (див. *табл. 1*).

Проаналізуємо можливість формування педагогічної майстерності та «м'яких навичок» [15] здобувачів за реалізації різних форм неформальної освіти (див. *табл. 2*).

Таблиця 1

Реалізація неформальної освіти для розвитку фахових та методичних компетентностей майбутніх учителів фізики

Форма неформальної освіти	Опис та значення для майбутнього вчителя
Участь у фахових гуртках/клубах (наприклад, «Клуб молодого фізика», «Експериментальна фізика»)	Поглиблення знань з окремих розділів фізики (наприклад, астрофізики, квантової механіки), розвиток умінь та навичок реалізації складного фізичного експерименту та навичок його демонстрації
Відвідування та участь у воркшопах і тренінгах	Набуття практичних навичок роботи з сучасним лабораторним обладнанням (цифрові лабораторії, датчики), освоєння інноваційних методик навчання (STEM-освіта, проєктне навчання, інтерактивні технології тощо)
Онлайн-курси на спеціалізованих платформах [6, с. 134]	Вивчення нових педагогічних підходів, поглиблення знань з суміжних дисциплін (програмування для фізичних симуляцій, data science), ознайомлення з міжнародним досвідом навчання фізики
Участь у фізичних олімпіадах, турнірах, конкурсах та конференціях	Розвиток навичок розв'язування нестандартних задач та критичного мислення, необхідних для роботи з обдарованими учнями та їх підготовки до змагань

Таблиця 2

Реалізація неформальної освіти для формування педагогічної майстерності та «м'яких навичок» майбутніх учителів фізики

Форма неформальної освіти	Опис та значення для майбутнього вчителя
Волонтерська діяльність у дитячих таборах або освітніх проєктах [9]	Практика комунікації з різними віковими групами, розвиток організаційних та лідерських якостей, уміння адаптувати матеріал для неформального навчання
Організація наукових пікніків, фестивалів науки, шкільних наукових гуртків	Набуття досвіду публічних виступів, популяризації науки, навичок менеджменту індивідуальної, парної та командної роботи, що є ключовими під час організації позакласної роботи вчителя
Наставництво для молодших студентів або школярів	Розвиток емпатії, терпіння та індивідуального підходу до навчання, що є основою ефективної педагогічної взаємодії з учнями
Проведення навчальних екскурсій у фізичні лабораторії, на виробництво, до музеїв науки тощо	Набуття вміння пов'язувати теорію з практичним застосуванням та розвиток вмінь мотивувати учнів до вивчення фізики через реальні приклади

Опишемо можливість розширення професійної мережі та саморозвитку здобувачів під час впровадження різних проявів неформальної освіти (див. *табл. 3*).

Усі ці приклади неформальної освіти дають можливість майбутньому вчителю фізики отримати додаткові «кваліфікації», які не завжди охоплюються стандартною університетською програмою, і роблять його більш конкурентоспроможним, інноваційним та адаптивним до вимог сучасної школи.

Таблиця 3

Реалізація неформальної освіти для розширення професійної мережі та саморозвитку майбутніх учителів фізики

Форма неформальної освіти	Опис та значення для майбутнього вчителя
Участь у професійних спільнотах (онлайн-форуми, групи вчителів фізики в соцмережах)	Обмін досвідом, отримання оперативної допомоги у розв'язанні складних методичних питань, відслідковування фахових новин та змін в освітньому законодавстві
Відвідування конференцій, семінарів, вебінарів (навіть як слухач)	Ознайомлення з передовими дослідженнями та практиками, налагодження професійних контактів з досвідченими вчителями та науковцями

Отже, неформальна освіта – це цілеспрямована освітня діяльність, що здійснюється поза межами формальної системи навчання та спрямована на розвиток знань, умінь і компетентностей людини відповідно до її професійних чи особистісних потреб. Вона характеризується гнучкістю змісту, добровільністю участі та орієнтацією на практичне застосування отриманих результатів.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Проведений аналіз дає можливість зробити висновок, що неформальна освіта є важливим чинником професійного становлення майбутніх учителів фізики, оскільки забезпечує розширення меж традиційного освітнього процесу, сприяє формуванню пізнавальної активності, самостійності та мотивації до безперервного саморозвитку. Участь здобувачів у науково-популярних заходах, STEM-проектах, фізичних експериментах поза межами аудиторії, освітніх тренінгах і майстер-класах сприяє глибшому розумінню навчального матеріалу, розвитку професійних компетентностей і формуванню позитивного ставлення до майбутньої педагогічної діяльності.

Перспективи подальших досліджень вбачаються у розробленні методичних рекомендацій щодо інтеграції елементів неформальної освіти у систему підготовки майбутніх учителів фізики, створенні моделей взаємодії формальної та неформальної освіти, а також у вивченні ефективності різних форматів неформальної діяльності (наукові клуби, фізичні хаби, онлайн-курси, волонтерські ініціативи) для формування професійних та особистісних якостей майбутніх педагогів.

Список використаних джерел:

1. Ахновська І.О. Відкрита та неформальна освіта: компаративний аналіз. *Економіка і організація управління*. 2019. № 4 (36). С. 66–76. DOI: <https://doi.org/10.31558/2307-2318.2019.4.7>
2. Бахрушин В. Неформальна та інформальна освіта: навіщо вони нам потрібні? *Портал громадських експертів «Освітня політика»*. URL: <http://education-ua.org/ua/articles/872-neformalna-ta-informalna-osvitanashovoni-nam-potribni>
3. Ващенко Л.С. Інформальна та неформальна освіта як фактор професійного розвитку педагога. *Педагогічний дискурс*. 2020. № 29. С. 25–31. URL: http://jnas.nbuv.gov.ua/snjasu_2018_11_12
4. Закон України «Про освіту» від 05.09.2017 № 2145-VIII. Поточна редакція – від 22.09.2025, підстава – 4562-IX. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2145-19#Text>

5. Ніколенко Л.Т. Професійний розвиток педагогів у формальній, неформальній та інформальній освіті дорослих: історико-педагогічний аспект. *Імідж сучасного педагога*. 2016. № 4 (163). С. 25–33.
6. Моклюк М.О. Методика використання елементів дистанційних технологій у процесі навчання фізики в загальноосвітніх навчальних закладах: дис. ... канд. пед. наук. Вінниця: 2009. 197 с.
7. Павлик Н.П. Неформальна освіта у системі освіти України. *Освітологічний дискурс*. 2016. № 2 (14). С. 27–37.
8. Романишин Ю.Л., Бохонько Є.О., Мостович А.М. Неформальна та інформальна освіта дорослих в Україні. *Інноваційна педагогіка*. 2023. Вип. 63. Т. 2. С. 153–156.
9. Сільвейстр А.М., Моклюк М.О. Шляхи реалізації дуального навчання під час підготовки майбутнього вчителя фізики. *Математика, інформатика, фізика: наука та освіта*. 2025. 2 (1). С. 113–123. DOI: <https://doi.org/10.31652/3041-1955-2025-02-01-13>
10. Юник І.Д. Формальна, неформальна та інформальна освіта у брендингу викладача вишу. *Академічні студії. Серія «Педагогіка»*. 2022. № 1. С. 221–228.
11. Colardyn D., Bjornavold J. Validation of Formal, Non-Formal and Informal Learning: Policy and Practices in EU Member States. *European Journal of Education*. 2004. Vol. 39. № 1. P. 69–89.
12. Commission of European Communities. A Memorandum on Lifelong Learning, 2000. URL: http://tvu.acs.si/dokumenti/LLLmemorandum_Oct2000.pdf
13. International Standard Classification of Education ISCED 2011. UNESCO Institute for Statistics. Canada. Montreal-Quebec, 2012. 86 p.
14. Johnson M., Majewska D. Formal, non-formal, and informal learning: What are they, and how can we research them? Cambridge University Press & Assessment Research Report, 2022. 36 p.
15. Kurok V., Pakhomova T., Mokliuk M., Kostiuszko I., Khrapatyi S. Formation of Students' Professional and Communicative Competencies through the Use of Digital Technologies and Intelligent Systems. *International Journal on Culture, History, and Religion*. 2025. 7 (SI1.2), P. 616–634. DOI: <https://doi.org/10.63931/ijchr.v7iSI1.2.523>
16. Simkins T. Planning non-formal education: Strategies and constraints. *Prospects*, 1978. Vol. VIII, № 2. P. 183–193.
17. Werquin P. Recognising Non-Formal and Informal Learning: Outcomes, Policies and Practices. OECD Publishing. Paris, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1787/9789264063853-en>

Anatolii SILVEISTR¹, Mykola MOKLIUK²,
Bohdan PAVLYUK³

^{1,2}Vinnitsia Mykhailo Kotsiubynskyi
State Pedagogical University

³Communal Higher Educational Institution
«Vinnitsia Humanities Pedagogical College»

**NON-FORMAL EDUCATION AS A FACTOR
IN THE PROFESSIONAL DEVELOPMENT
OF FUTURE PHYSICS TEACHERS**

Abstract. The article considers informal education as an important factor in the professional development of future physics teachers in the context of the modernization of the educational space. The features of informal education are analyzed, in particular its flexibility, voluntariness, practical orientation and ability to quickly respond to the needs of modern science and society. It is shown that the participation of higher education students

in physics and mathematics specialties in scientific circles, trainings, educational festivals, scientific and educational community projects and online courses contributes to the development of research, communicative and pedagogical competencies. It is determined that informal education enhances motivation for self-education, forms interest in innovative methods of teaching physics and provides conditions for creative self-realization of the future teacher. Attention is focused on the need to integrate informal educational practices into the system of professional training of teachers, which make it possible to form a competitive, mobile and competent specialist capable of acting effectively in the conditions of continuous education and the present.

Key words: informal education, professional development, future physics teacher, self-education, professional competence.

References:

1. Akhnovs'ka I.O. Vidkryta ta neformal'na osvita: komparatyvnyy analiz. *Ekonomika i orhanizatsiya upravlinnya*, 2019. 4 (36). S. 66–76. DOI: <https://doi.org/10.31558/2307-2318.2019.4.7>
2. Bakhrushyn V. Neformal'na ta informal'na osvita: navishcho vony nam potribni? *Portal hromads'kykh ekspertiv «Osvitnya polityka»*. URL: <http://education-ua.org/ua/articles/872-neformalna-ta-informalna-osvitanasho-voninam-potribni>
3. Vashchenko L.S. Informal'na ta neformal'na osvita yak faktor profesiynoho rozvytku pedahoha. *Pedahohichnyy dyskurs*. 2020. 29. S. 25–31. URL: http://jnas.nbuv.gov.ua/snjasu_2018_11_12
4. Zakon Ukrainy «Pro osvitu» vid 05.09.2017 № 2145-VIII. Potochna redaktsiya – vid 22.09.2025, pidstava – 4562-IX. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2145-19#Text>
5. Nikolenko L.T. Profesiynyy rozvytok pedahohiv u formal'niy, neformal'niy ta informal'niy osviti doroslykh: istoryko-pedahohichnyy aspekt. *Imidzh suchasnoho pedahoha*. 2016. 4 (163). S. 25–33.
6. Moklyuk M.O. Metodyka vykorystannya elementiv dys-tantsiynyykh tekhnolohiy u protsesi navchannya fizyky v zahal'noosvitnikh navchal'nykh zakladakh: dys. ... kand. ped. nauk. Vinnytsia: 2009. 197 s.
7. Pavlyk N.P. Neformal'na osvita u systemi osvity Ukrainy. *Osvitolohichnyy dyskurs*, 2016. 2 (14). S. 27–37.
8. Romanyshyn Yu.L., Bokhon'ko Ye.O., Mostovych A.M. Neformal'na ta informal'na osvita doroslykh v Ukraini. *Innovatsiyna pedahohika*. 2023. Vyp. 63. T. 2. S. 153–156.
9. Sil'veystr A.M., Moklyuk M.O. Shlyakhy realizatsiyi dual'noho navchannya pid chas pidhotovky maybutn'oho vchytelya fizyky. *Matematyka, informatyka, fizyka: nauka ta osvita*. 2025. 2 (1). S. 113–123. DOI: <https://doi.org/10.31652/3041-1955-2025-02-01-13>
10. Yunyk I.D. Formal'na, neformal'na ta informal'na osvita u brendynhu vykladacha vyshu. *Akademichni studiyi. Seriya «Pedahohika»*. 2022, 1. S. 221–228.
11. Colardyn D., Bjornavold J. Validation of Formal, Non-Formal and Informal Learning: Policy and Practices in EU Member States. *European Journal of Education*. 2004. Vol. 39, № 1. P. 69–89.
12. Commission of European Communities. A Memorandum on Lifelong Learning, 2000. URL: http://tvu.acs.si/dokumenti/LLLmemorandum_Oct2000.pdf
13. International Standard Classification of Education ISCED 2011. UNESCO Institute for Statistics. Canada. Montreal-Quebec, 2012. 86 p.
14. Johnson M., Majewska D. Formal, non-formal, and informal learning: What are they, and how can we research them? Cambridge University Press & Assessment Research Report, 2022. 36 p.
15. Kurok V., Pakhomova T., Mokliuk M., Kostiusenko I., Khrapaty S. Formation of Students' Professional and Communicative Competencies through the Use of Digital Technologies and Intelligent Systems. *International Journal on Culture, History, and Religion*, 2025. 7 (SI1.2), P. 616–634. DOI: <https://doi.org/10.63931/ijchr.v7iSI1.2.523>
16. Simkins T. Planning non-formal education: Strategies and constraints. *Prospects*, 1978. Vol. VIII, № 2. P. 183–193.
17. Werquin P. Recognising Non-Formal and Informal Learning: Outcomes, Policies and Practices. OECD Publishing. Paris, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1787/9789264063853-en>

Отримано: 1.10.2025

Сергій СТЕЦИК

Український державний університет імені Михайла Драгоманова

e-mail: s.p.stetsyk@udu.edu.ua; ORCID: 0000-0002-5668-6182

ПЕДАГОГІЧНІ УМОВИ РОЗВИТКУ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ УМІНЬ МАЙБУТНЬОГО ФАХІВЦЯ ІТ

Анотація. У статті визначено та проаналізовано ключові педагогічні умови, що сприяють ефективному розвитку інтелектуальних умінь майбутніх фахівців у галузі інформаційних технологій (ІТ). Визначено основні компоненти формування інтелектуальних умінь, що забезпечують ефективний розвиток інтелектуальних умінь у процесі професійної підготовки майбутніх фахівців у сфері інформаційних технологій: мотиваційний, когнітивний, метакогнітивний та креативний. Визначено поняття інтелектуальні уміння. Обґрунтовано важливість поєднання компонентів для забезпечення інтенсивної практичної діяльності здобувачів освіти та цілеспрямованого розвитку особистісних якостей в динамічному ІТ-середовищі.

Процес формування інтелектуальних умінь під час професійної підготовки фахівців ІТ буде ефективним при забезпеченні таких педагогічних умов: необхідно використовувати розвивальні завдання, що відображають структуру та зміст інтелектуальних умінь; самостійну роботу здобувачів освіти у процесі засвоєння ними інформаційних технологій, необхідно орієнтувати на дослідницьку діяльність; здійснювати особистісно орієнтовану взаємодію педагогів та здобувачів освіти на основі методу проєктів, реалізованого із застосуванням інформаційних технологій. Ігнорування хоча б одного з описаних компонентів формування інтелектуальних умінь знижуватиме якість підготовки конкурентоспроможного фахівця ІТ.

Ключові слова: інтелектуальні уміння, ІТ-фахівець, умови розвитку, компетентнісний підхід, проєктне навчання, soft skills, самоосвіта, когнітивні навички.

Вступ. Постановка проблеми в загальному вигляді та обґрунтування її актуальності. Особливістю сучасного інформаційного суспільства є інноваційний характер забезпечення його потреб. Тому для того, щоб зберегти конкурентну спроможність, потрібні постійні нововведення – у сфері продуктів, технологій виробництва, маркетингових підходів та фінансових рішень. У контексті професійної підготовки майбутніх ІТ-фахівців такі нововведення породжують потребу у постійному оновленні їх знань, адже без цього в подальшому професійний рівень таких фахівців не буде відповідати сучасним вимогам ринку праці та суспільства. Актуальності набуває систематичне підвищення рівня оволодіння засобами інформаційних технологій.

Нові вимоги до підготовки здобувачів вищої освіти ґрунтуються на інтелектуально-інноваційному характері їх діяльності та передбачають наявність наступних основних характеристик майбутнього фахівця: знання в галузі майбутньої професійної діяльності; навички у вирішенні проблем пов'язаних з галуззю ІТ, в тому числі аналіз та синтез; інноваційне мислення; ініціатива у здійсненні прийнятих рішень; готовність працювати як самостійно, так і в команді; навички соціальної комунікації; здатність до нестандартних та оригінальних рішень тощо.

Складний та динамічний характер професійної діяльності майбутніх фахівців ІТ, впровадження нових технічних та програмних засобів доводять наявність аналітичної складової професійної діяльності прогностичного характеру як обов'язкового компонента його професійної компетентності. Виявляти інтелектуальні уміння майбутніх фахівців у галузі інформаційних технологій доцільно під час розв'язування ними завдань.

Інтелектуальні вміння є основою професійної підготовки майбутніх фахівців у галузі інформаційних технологій. Вони поєднують усі дисципліни (ОК) освітньо-професійної програми (ОПП), хоча при засвоєнні кожної з них набувають специфічного характеру. Аналітичні вміння дозволяють майбутнім спеціалістам керувати своїми розумовими процесами.

Тому формування інтелектуальних умінь у майбутніх фахівців у галузі інформаційних технологій, необхідних для здійснення основних видів професійної діяльності постає як педагогічна проблема, що потребує ретельного вивчення структури та змісту інтелектуальних умінь, визначення ефективних педагогічних умов їх реалізації та шляхів формування в освітньому процесі ЗВО.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблемі розвитку інтелектуальних умінь ІТ-фахівців досліджували як українські так і закордонні вчені. Аналіз наукових джерел дає підстави вважати, що проблема формування інтелектуальних умінь має складний та багатоаспектний характер, багато вітчизняних дослідників розглядають різні аспекти цієї проблеми. Валерій Биков дослідив теоретичний аспект впровадження компетентнісного підходу в контексті інформатизації освіти та заклав основу для створення сучасного освітнього середовища [1]. Олег Спірін дослідив проблеми інформаційно-комунікаційних технологій в освіті та науці, зокрема формування інформатичних компетентностей [4]. Петро Малежик дослідив особливості навчання майбутніх ІТ-фахівців та зазначає, що процес навчання повинен здійснюватися на основі міжпредметних зв'язків фізико-технічних (фундаментальних) дисциплін із загальнотехнічними і спеціальними дисциплінами [2]. Наталія Морзе дослідила теоретико-методичні засади навчання інформатики, електронне навчання та розвиток інформаційної культури в здобувачів вищої освіти [3]. Оксана Овчарук запропонувала шляхи вирішення проблеми впровадження компетентнісного підходу в освіті, зокрема через формування інформаційно-цифрової компетентності за європейськими стандартами [5]. Світлана Сисоєва досліджувала проблему педагогічної творчості, вплив інтерактивної технології на розвиток творчого потенціалу особистості в контексті впровадження проєктного навчання [6]. Марина Смольсон дослідила проблему формування професійних якостей у майбутніх фахівців з інформаційних технологій, визначила здібнос-

ті та особливості мислення, які мають бути характерними для програмістів [7].

Американський філософ та реформатор освіти Джон Дьюї (John Dewey) заклав фундамент для сучасних підходів до розвитку інтелекту. Його концепція «навчання через дію» (learning by doing) є основою проєктного та проблемно-орієнтованого навчання [8]. Американський психолог, автор таксономії освітніх цілей Бенджамін Блум (Benjamin Bloom) у своїй праці впорядкував рівні мислення від простого запам'ятовування до аналізу, синтезу та оцінки, що стала дієвим інструментом для проєктування завдань здатних розвивати інтелектуальні уміння вищого рівня [9]. Американський психолог Деніел Гоулман (Daniel Goleman) дослідив психологічно-особистісні умови (soft skills, емоційний інтелект), популяризував концепцію емоційного інтелекту (EQ), довів, що для професійного успіху, особливо в командній роботі, EQ є не менш важливим, ніж традиційний інтелект (IQ) [10]. Вчені Стенфордського університету Шучі Гровер (Shuchi Grover) та Рой Пі (Roy Pea) дослідили розвиток «обчислювального мислення» (computational thinking) – набору навичок (абстракція, декомпозиція, алгоритмічне мислення), що є основою інтелектуальних умінь фахівця IT [11].

Проте можливості формування інтелектуальних умінь майбутніх фахівців у галузі інформаційних технологій не в повній мірі представлені в сучасній теорії та методиці їх підготовки. Недостатньо робіт, у яких досліджуються проблеми формування інтелектуальних умінь у межах конкретних дисциплін (ОК), у контексті освітнього процесу.

Мета статті полягає у визначенні основних педагогічних умов та компонентів формування інтелектуальних умінь, що забезпечують ефективний розвиток інтелектуальних умінь у процесі професійної підготовки майбутніх фахівців у сфері інформаційних технологій.

Подання основного матеріалу дослідження. Процес формування інтелектуальних умінь під час професійної підготовки фахівців IT буде ефективним при забезпеченні таких педагогічних умов: 1) необхідно використовувати розвивальні завдання, що відображають структуру та зміст інтелектуальних умінь; 2) самостійну роботу здобувачів освіти у процесі засвоєння ними інформаційних технологій, необхідно орієнтувати на дослідницьку діяльність; 3) здійснювати особистісно орієнтовану взаємодію педагогів та здобувачів освіти на основі методу проєктів, реалізованого із застосуванням інформаційних технологій.

Під інтелектуальними умінями розуміємо складне за організаційною ієрархією особистісне поняття, що є сукупністю засвоєних способів розумової діяльності, які дозволяють особистості продуктивно аналізувати, обробляти інформацію, знаходити та ухвалювати ефективні рішення у процесі пізнання та професійної діяльності (див. рис. 1).

Виокремлюємо основні компоненти формування інтелектуальних умінь: мотиваційний, когнітивний, метакогнітивний та креативний.

Мотиваційний компонент – це професійна позиція, інтерес та позитивна мотивація до інтелектуальної діяльності, професійний інтерес до аналізу інфор-

маційних та технологічних процесів. Мотив є важливим компонентом будь-якої діяльності та однією з основних умов її успішності.



Рис. 1. Основні компоненти формування інтелектуальних умінь

Когнітивний компонент є ядром інтелектуальних умінь, що містить мисленнєві операції та навички: аналітичні уміння, алгоритмічне та логічне мислення, системне мислення, абстрактне мислення. З урахуванням особливостей програмування як виду навчальної діяльності, виокремлюємо такі основні розумові операції: вміння оперувати знаками та символами; вміння використовувати узагальнені структури; вміння будувати динамічні моделі процесу розв'язування завдань.

У процесі розроблення програми необхідно уважно писати програмний код, тому що навіть незначна на перший погляд помилка, наприклад, некоректний символ, пропущений знак, призупинить процес виконання програми доти, доки помилка не буде знайдена та виправлена. У процесі розроблення програмного забезпечення здобувач вищої освіти мислить на рівні синтаксису конкретної мови програмування. З метою формування цього вміння, розроблено спеціальні завдання, при виконанні яких майбутній фахівець IT повинен розуміти умовні позначення, перетворювати словесні ідеї на програмний код і навпаки, обґрунтовувати правильність отриманого рішення. Для формування вміння використовувати узагальнені структури розроблено завдання, для виконання яких потрібне знання використання базових структур програмування в різних ситуаціях, узагальнення фрагментів програмного коду, що часто повторюються, в один фрагмент-підпрограму, логічного поділу коду на ряд взаємопов'язаних блоків.

Метакогнітивний компонент вміння керувати своєю інтелектуальною діяльністю. Він містить планування, моніторинг, оцінку та рефлексію.

Креативний компонент – це здатність виходити за межі стандартних алгоритмів. Сюди відносимо генерацію ідей, комбінування, прогнозування. Для формування креативних умінь ми розробили спеціальні завдання, під час вирішення яких, здобувач освіти, повинен оцінити повноту отриманих даних; уточнити мету, умови, вимоги та обмеження, здійснити об'єктивний опис проблеми; реалізувати пошук нестандартного підходу до її вирішення.

Розвиток цих чотирьох компонентів у єдності є важливим завданням сучасної ІТ-освіти.

Формування інтелектуальних умінь здобувачів вищої освіти необхідно здійснювати в контексті їх майбутньої професії. Для цього освітній процес має імітувати ситуації з майбутньої професійної діяльності, які потребують активного залучення аналітичних здібностей здобувача освіти та стимулюють формування інтелектуальних умінь. Результативність та успішність процесу формування інтелектуальних умінь здобувачів вищої освіти залежить від низки умов.

Педагогічні умови, що сприяють успішному формуванню інтелектуальних умінь у майбутніх фахівців ІТ, являють собою сукупність компонентів у освітньому процесі, дотримання яких дозволяє здобувачам освіти опановувати прийоми та способи пізнавальної діяльності, робить їх цілеспрямованішими, незалежними, сприяє досягненню творчого рівня діяльності.

Як засоби формування інтелектуальних умінь майбутніх фахівців ІТ необхідно використовувати спеціально розроблені завдання. Аналітичні вміння часто розкриваються в процесі вирішення таких завдань, у яких виокремлюються описані вище умови та вимоги. Такі завдання містять навчальну ситуацію з описом певного явища. У формулюванні завдання має місце певна суперечність, для вирішення якої здобувачу освіти потрібно здійснити активну розумову діяльність, мати певні базові вміння. Вирішення суперечності передбачає низку навчальних дій, що призводять до вирішення завдання. У процесі вирішення завдань здобувачі освіти набувають необхідних знань про наукове дослідження в галузі розроблення програмного забезпечення. Ці знання надають їм можливість вільно орієнтуватися в дослідницькій діяльності, застосовувати їх на практиці в процесі вирішення професійних завдань під час розроблення нових програмних продуктів.

Під час реалізації цього підходу основний акцент у підготовці фахівців ІТ орієнтований на формування дослідницьких умінь, оволодіння якими підвищує рівень наукового мислення, слугує рушієм розвитку творчої професійної діяльності майбутнього фахівця ІТ, виробляє професійно важливі особистісні якості. Необхідність орієнтації самостійної роботи здобувачів освіти у процесі засвоєння інформаційних технологій на дослідницьку діяльність є наслідком того, що в динамічному інформаційному суспільстві важливо здійснювати підготовку фахівця, який не просто здатний виконувати певну діяльність, а такого, який готовий до систематичного вивчення нового, здатний самостійно ухвалювати рішення, саморозвиватися.

Реалізація особистісно орієнтованого підходу полягає в тому, що здобувачам освіти надається можливість проявити вибірковість до навчального матеріалу, організаційних форм та методів навчання. Проектна форма в освіті – це спосіб організації діяльності здобувачів освіти, під час якого навчальний матеріал та завдання до нього викладач не надає як під час традиційного навчання, а здобувач освіти під керівництвом викладача самостійно знаходить необхідний матеріал, опрацьовує з різні джерела, планує способи діяльності в процесі вирішення проблеми, обираючи самостійно напрямки її вирішення. В результаті виконання спільної проектної роботи відбувається особистісне залучення здобувачів освіти до освітнього процесу, вини-

кають умови для прояву їх творчого мислення та формування інтелектуальних умінь.

Для майбутніх фахівців ІТ важливо відзначити вміння оперувати знаками та символами, оскільки будь-яка мова програмування опирається на знакову систему, що підпорядковується певним правилам – синтаксису та семантиці. Знання цих правил, вміння будувати вирази та правильно використовувати інструкції мови на їх основі за допомогою знаків та символів, лежить в основі вміння програмувати. Здобувач освіти, котрий коректно оперуватиме окремими операторами, реалізовує послідовно інструкцію, далі – процедури, функції та модулі, і як результат – цілісну програму.

Здатність мислити блоками або узагальненими структурами передбачає узагальнення основних структур програмування, можливість їх перенесення із одного завдання до іншого, та має важливе значення в процесі створення програмного коду.

Сучасні технології програмування складаються з блоків – процедур, функцій, модулів, класів, що мають різний розмір та складність. Майбутні фахівці ІТ повинні мати чітке, змістовне розуміння цих структурних одиниць, необхідних для подальшого вивчення програмування. Тому вміння мислити структурно є важливим у процесі успішного засвоєння теоретичних знань та навичок практичного програмування, сприяє швидкому переходу до нових мов програмування, оскільки вже знайомі алгоритми та мовні структури легше перенести з відомої мови програмування до нової.

Наступною якістю розумової діяльності, необхідною для успішного оволодіння інформаційними технологіями є здатність будувати динамічні моделі процесу вирішення проблеми. Ця якість передбачає вміння здобувачів освіти прогнозувати ймовірні наслідки тих чи інших дій.

Висновки. Ігнорування хоча б одного з описаних компонентів формування інтелектуальних умінь у здобувача освіти буде знижувати ефективність освітнього процесу та якість підготовки конкурентоспроможного фахівця ІТ.

Підготовка сучасних фахівців ІТ потребує кардинального переосмислення підходів та переходу до людиноцентричної, практично орієнтованої та інтегрованої моделі освіти, у якій розвиток інтелектуальних умінь є базовим завданням.

Подальші дослідження вбачаємо у розробленні конкретних методичних рекомендацій та моделей впровадження виокремлених умов в освітню практику українських закладів вищої освіти, що готують фахівців ІТ.

Список використаних джерел:

1. Биков В.Ю. Моделі організаційних систем відкритої освіти: монографія. Київ. Атіка, 2008. 684 с.
2. Малезик П.М. Теоретичні й методичні засади технічної підготовки майбутніх фахівців з інформаційних технологій: автореф. дис. ... докт. пед. наук: 13.00.02 «Теорія та методика навчання (технічні дисципліни)». Київ. 2020. 34 с.
3. Морзе Н.В. Система методичної підготовки майбутніх вчителів інформатики в педагогічних університетах: дис. ... д-ра. пед. наук: 13.00.02. Київ, 2003. 605 с.
4. Спірін О.М., Носенко Ю.Г., Яцишин А.В. Підготовка наукових кадрів вищої кваліфікації з інформаційно-

комунікаційних технологій в освіті. *Науковий часопис НПУ імені М.П. Драгоманова. Серія 2: Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання*. 2017. № 19. С. 25–34. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nchnpu_2_2017_19_7

5. Овчарук О.В. Інформаційно-комунікаційна компетентність як предмет обговорення: міжнародні підходи. *Комп'ютер у школі та сім'ї*. 2013. № 7. С. 3–6. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/komp_2013_7_2
6. Сисоєва С.О. Основи педагогічної творчості: підручник. Київ. Міленіум, 2006. 344 с.
7. Смульсон М.Л. Психологія розвитку інтелекту: монографія. Київ: Нора-друк, 2003. 298 с.
8. Dewey J. *Democracy and Education: An Introduction to the Philosophy of Education*. 1916. URL: https://books.google.com.ua/books/about/Democracy_And_Education.html?id=OGIhNz4YJmkC&redir_esc=y
9. Bloom B.S., Krathwohl D.R. *Taxonomy of Educational Objectives: The Classification of Educational Goals*. Longmans, Green, 1956. T. 1. URL: <https://books.google.com.ua/books?id=hos6AAAAIAAJ>
10. Goleman D. *Working with Emotional Intelligence*. Bantam Books: Literature. 1998. URL: <https://books.google.com.ua/books?id=ZNbsngEACAAJ>
11. Grover S., Pea R. *Computational Thinking: A Competency Whose Time Has Come*. In: *S. Sentance, E. Barendsen, & C. Schulte (Eds.), Computer Science Education: Perspectives on Teaching and Learning in School*. Bloomsbury Publishing. 2018. P. 20–38. URL: https://www.researchgate.net/publication/322104135_Computational_Thinking_A_Competency_Whose_Time_Has_Come

Serhiy STETSYK

Dragomanov Ukrainian State University

EDUCATIONAL CONDITIONS FOR THE DEVELOPMENT OF INTELLECTUAL SKILLS OF FUTURE IT SPECIALISTS

Abstract. The article identifies and analyses key pedagogical conditions that contribute to the effective development of intellectual skills of future specialists in the field of information technology. The main components of intellectual skills formation that ensure the effective development of intellectual skills in the process of professional training of future specialists in the field of information technology are identified: motivational, cognitive, metacognitive and creative. The concept of intellectual skills is defined. The importance of combining components to ensure intensive practical activity of students and purposeful development of personal qualities in a dynamic IT environment is substantiated. The process of forming intellectual skills during the professional training of IT specialists will be effective when the following pedagogical conditions are ensured. Ignoring at least one of the described components of intellectual skills formation will reduce the quality of training competitive IT specialists.

Key words: intellectual skills, IT specialist, development conditions, competency-based approach, project-based learning, soft skills, self-education, cognitive skills.

References:

1. Bykov V.Yu. *Modeli orhanizatsiinykh system vidkrytoi osvity: monohrafiia*. Kyiv. Atika, 2008. 684 s.
2. Malezhyk P.M. *Teoretychni y metodychni zasady tekhnichnoi pidhotovky maibutnikh fakhivtsiv z informatychnykh tekhnolohii: avtoref. dys. ... dokt. ped. nauk: 13.00.02 «Teoriia ta metodyka navchannia (tekhnichni dystsypliny)»*. Kyiv. 2020. 34 s.
3. Morze N.V. *Systema metodychnoi pidhotovky maibutnikh vchyteliv informatyky v pedahohichnykh universytetakh: dys. ... d-ra. ped. nauk: 13.00.02*. Kyiv, 2003. 605 s.
4. Spirin O.M., Nosenko Yu.H., Yatsyshyn A.V. *Pidhotovka naukovykh kadriv vyshchoi kvalifikatsii z informatychno-komunikatsiinykh tekhnolohii v osviti. Naukovyi chasopys NPU imeni M.P. Dragomanova. Seriiia 2: Kompiuterno-oriietovani systemy navchannia*. 2017. № 19. С. 25–34. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nchnpu_2_2017_19_7
5. Ovcharuk O.V. *Informatychno-komunikatsiina kompetentnist yak predmet obhovorennia: mizhnarodni pidkhody. Kompiuter u shkoli ta simi*. 2013. № 7. С. 3–6. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/komp_2013_7_2
6. Sysoieva S.O. *Osnovy pedahohichnoi tvorchosti: pidruchnyk*. Kyiv. Milenium, 2006. 344 s.
7. Smulson M.L. *Psykholohiia rozvytku intelektu: monohrafiia*. Kyiv: Nora-druk, 2003. 298 s.
8. Dewey J. *Democracy and Education: An Introduction to the Philosophy of Education*. 1916. URL: https://books.google.com.ua/books/about/Democracy_And_Education.html?id=OGIhNz4YJmkC&redir_esc=y
9. Bloom B.S., Krathwohl D.R. *Taxonomy of Educational Objectives: The Classification of Educational Goals*. Longmans, Green, 1956. T. 1. URL: <https://books.google.com.ua/books?id=hos6AAAAIAAJ>
10. Goleman D. *Working with Emotional Intelligence*. Bantam Books: Literature. 1998. URL: <https://books.google.com.ua/books?id=ZNbsngEACAAJ>
11. Grover S., Pea R. *Computational Thinking: A Competency Whose Time Has Come*. In: *S. Sentance, E. Barendsen, & C. Schulte (Eds.), Computer Science Education: Perspectives on Teaching and Learning in School*. Bloomsbury Publishing. 2018. P. 20–38. URL: https://www.researchgate.net/publication/322104135_Computational_Thinking_A_Competency_Whose_Time_Has_Come

Отримано: 27.09.2025

Оксана ЧОРНА

Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка

e-mail: chornaoksana@kpmu.edu.ua; ORCID: 0000-0002-9235-189X

ПІДГОТОВКА МАЙБУТНЬОГО ВЧИТЕЛЯ ДО ОРГАНІЗАЦІЇ БЕЗПЕЧНОГО ОСВІТНЬОГО СЕРЕДОВИЩА: НОРМАТИВНО-ПРАВОВІ АСПЕКТИ ОХОРОНИ ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ

Анотація. У статті висвітлюються питання підготовки майбутнього вчителя до організації безпечного освітнього середовища в закладах загальної середньої освіти. Проаналізовано сутність поняття «безпечне освітнє середовище» та визначено роль вчителя у забезпеченні охорони праці й безпеки життєдіяльності учасників освітнього процесу. Особливу увагу приділено аналізу нормативно-правових документів України, що регламентують питання охорони праці, цивільного захисту, пожежної, техногенної та санітарно-гігієнічної безпеки в освітній галузі. Розкрито, що у процесі опанування освітнього компонента «Основи медичних знань і безпека життєдіяльності» майбутні вчителі засвоюють основні положення законів України, підзаконних нормативних актів, державних стандартів і санітарно-гігієнічних норм, що визначають відповідальність педагогічного працівника за життя і здоров'я здобувачів освіти. Зокрема, формується розуміння ролі вчителя як суб'єкта управління безпекою освітнього середовища, здатного ідентифікувати потенційні ризики, здійснювати профілактику травматизму та організовувати безпечну поведінку учнів у повсякденному житті та надзвичайних ситуаціях.

Окреслено вимоги до професійної підготовки майбутніх учителів у контексті формування їхньої готовності діяти відповідально в умовах потенційних ризиків та надзвичайних ситуацій. Обґрунтовано необхідність інтеграції нормативно-правових знань з охорони праці та безпеки життєдіяльності у зміст фахової підготовки майбутніх вчителів як важливої умови створення безпечного та здоров'язбережувального освітнього середовища.

Ключові слова: безпека, освітнє середовище, заклад освіти, майбутній вчитель, охорона праці, безпека життєдіяльності, нормативно-правові документи, законодавство.

Постановка проблеми. Сучасні трансформаційні процеси в системі освіти України, зумовлені соціальними, технологічними та безпековими викликами, актуалізують проблему створення безпечного освітнього середовища в закладах освіти. Особливої значущості це питання набуває в умовах війни, техногенних загроз, виникнення надзвичайних ситуацій, а також необхідності дотримання вимог охорони праці та безпеки життєдіяльності учасників освітнього процесу. У цих умовах на вчителя покладається підвищена відповідальність не лише за організацію освітнього процесу, а й за забезпечення безпечних умов для здобувачів освіти. Тому постає питання готовності майбутнього вчителя до ефективної організації безпечного освітнього середовища, зокрема належного рівня сформованості відповідних компетентностей у майбутніх вчителів, відповідно до зростаючих вимог нормативно-правової бази у сфері охорони праці та безпеки життєдіяльності.

Проблема підготовки майбутнього вчителя до забезпечення безпечного освітнього середовища не є новою в науково-педагогічних дослідженнях, однак у сучасних умовах вона набула особливої актуальності. У працях науковців з педагогіки та професійної освіти підкреслюється, що безпечне освітнє середовище є невід'ємною складовою якості освіти та важливою умовою реалізації особистісно орієнтованого й компетентнісного підходів. Окремий напрям наукових досліджень присвячений формуванню в учасників освітнього процесу культури безпеки життєдіяльності. У наукових публікаціях зазначається, що культура безпеки включає сукупність знань, ціннісних орієнтацій, норм поведінки та практичних умінь, які забезпечують відповідальне ставлення вчителя до власної безпеки та безпеки здобувачів освіти. Рівень сформованості такої культури значною мірою залежить від якості фахової підготовки у закладах вищої освіти.

Безпечне освітнє середовище – це умови, які сприяють фізичному, емоційному та соціальному благопо-

луччю усіх учасників освітнього процесу. Ці умови охоплює не лише фізичну безпеку, а й захист від психологічного та емоційного стресу. Важливо, щоб заклади освіти створювали такі умови, щоб кожен здобувач освіти міг вільно розвиватися та навчатися. Основні складові безпечного освітнього середовища включають: фізичну безпеку: забезпечення безпечної та здорової інфраструктури, включаючи стійкі будівлі, безпечне освітнє обладнання та приміщення, захист від травматизму та негативних фізичних впливів; психологічну безпеку: створення позитивного психосоціального середовища, підтримку емоційного благополуччя та допомогу здобувачам освіти у подоланні стресу та труднощів; соціальна безпека: передбачення заходів протидії булінгу, дискримінації та інших форм негативної соціальної поведінки, створення інклюзивного середовища; забезпечення прав та свобод: гарантування прав та свобод учасників освітнього процесу, захист від будь-якої форми дискримінації; ефективна взаємодія: забезпечення взаємодії між учнями, педагогами, батьками та іншими учасниками освітнього процесу, розвиток позитивного комунікаційного клімату [11].

Мета статті полягає у висвітленні та теоретичному обґрунтуванні нормативно-правових аспектів охорони праці та безпеки життєдіяльності у системі підготовки майбутнього вчителя та визначенні їх ролі у формуванні готовності педагога до організації безпечного освітнього середовища в закладах освіти.

Виклад основного матеріалу. Професійна діяльність педагога передбачає не лише реалізацію освітніх завдань, а й відповідальність за життя, здоров'я та безпеку здобувачів освіти. У цьому контексті особливої ваги набувають нормативно-правові аспекти охорони праці та безпеки життєдіяльності, які мають бути інтегровані в систему професійної підготовки майбутніх учителів.

Нормативно-правове забезпечення охорони праці та безпеки життєдіяльності в закладах освіти ґрун-

тується на положеннях Конституції України, яка гарантує кожному право на безпечні та здорові умови життя і праці. Базовими документами у цій сфері є Закон України: «Про охорону праці», «Про освіту», «Про вищу освіту», «Про повну загальну середню освіту», Кодекс цивільного захисту України, а також низка підзаконних актів, державних стандартів, санітарних норм і правил. Зазначені документи визначають обов'язки учасників освітнього процесу щодо створення та підтримання безпечних умов навчання, праці та перебування в закладі освіти. Зокрема, Закон України «Про охорону праці» визначає основні вимоги щодо створення безпечних умов праці та навчання, а також обов'язки роботодавців і працівників у сфері охорони праці. Відповідно до статті 13 цього Закону, керівник закладу освіти зобов'язаний забезпечити функціонування системи управління охороною праці та створити безпечні умови для всіх учасників освітнього процесу [8].

Закон України «Про освіту» визначає право здобувачів освіти на безпечні та нешкідливі умови навчання, а також обов'язок педагогічних працівників дбати про збереження життя і здоров'я учнів: Стаття 53 визначає права здобувача освіти має право на «... безпечне, здорове та інклюзивне чи спеціальне освітнє середовище; захист під час освітнього процесу від приниження честі та гідності, будь-яких форм насильства та експлуатації, дискримінації за будь-якою ознакою, пропаганди та агітації, що завдають шкоди здоров'ю здобувача освіти»; Стаття 54 визначає права педагогічних, науково-педагогічних та наукових працівників: «... працю у безпечному та здоровому освітньому середовищі; ... захист під час освітнього процесу від будь-яких форм насильства та експлуатації, дискримінації за будь-якою ознакою, від пропаганди та агітації, що завдають шкоди здоров'ю» [7].

Аналогічні положення конкретизуються в Законі України «Про повну загальну середню освіту», де наголошується на відповідальності педагогів за організацію безпечного освітнього середовища під час освітнього процесу та позаурочної діяльності [9].

Важливе місце в системі нормативно-правового регулювання посідає Кодекс цивільного захисту України, який визначає правові засади захисту населення у разі надзвичайних ситуацій техногенного, природного та воєнного характеру. Згідно з його положеннями, педагогічні працівники повинні володіти навичками дій у надзвичайних ситуаціях, організовувати евакуацію учнів та надання домедичної допомоги.

Діяльність закладів освіти в Україні регламентується не лише законами, а й підзаконними нормативно-правовими актами, як конкретизують вимоги щодо забезпечення безпечних і належних умов організації освітнього процесу. Важливе місце серед них посідає Положення про організацію роботи з охорони праці та безпеки життєдіяльності учасників освітнього процесу в закладах освіти, яке визначає систему управління охороною праці, розподіл відповідальності між керівником закладу, педагогічними та іншими працівниками, порядок проведення навчання, інструктажів і контролю за дотриманням вимог безпеки, а також механізми запобігання травматизму та професійним ризикам [4].

Основним документом, що визначає медико-гігієнічні вимоги до освітнього середовища, замінивши собою попередні норми є «Санітарний регламент

для закладів загальної середньої освіти». Він встановлює вимоги до облаштування навчальних приміщень, освітлення, повітряно-теплого режиму, вентиляції, рівня шуму, навчального навантаження, організації харчування та медичного супроводу, що в сукупності спрямовано на збереження здоров'я учасників освітнього процесу [10].

Забезпечення пожежної безпеки в закладах освіти здійснюється відповідно до Правил пожежної безпеки в Україні, які визначають обов'язкові вимоги до утримання будівель і територій, стану шляхів евакуації, оснащення первинними засобами пожежогасіння, функціонування систем пожежної сигналізації, а також порядок організації навчання працівників і здобувачів освіти діям у разі виникнення пожеж [6].

Окремий напрям правового регулювання становлять акти у сфері цивільного захисту, зокрема положення про цивільний захист у закладах освіти, які визначають порядок підготовки учасників освітнього процесу до дій у надзвичайних ситуаціях природного, техногенного чи воєнного характеру. Вони передбачають організацію евакуаційних заходів, використання захисних споруд, проведення навчань і тренувань, а також взаємодію з відповідними службами.

Практичну реалізацію нормативних вимог забезпечують інструкції з безпеки життєдіяльності для учасників освітнього процесу, які деталізують правила безпечної поведінки під час навчальних занять, перерв, практичних і лабораторних робіт, спортивних заходів, екскурсій та позашкільної діяльності. Такі інструкції є локальними нормативними актами і обов'язковими для виконання всіма учасниками освітнього процесу.

Важливою складовою нормативного забезпечення діяльності закладів освіти є акти, що регламентують організацію медичного обслуговування та харчування здобувачів освіти. Вони визначають порядок здійснення профілактичних медичних оглядів, надання домедичної допомоги, контролю за станом здоров'я дітей і молоді, а також вимоги до якості, безпечності та режиму харчування. Підготовка усіх категорій працівників закладів освіти до виконання професійних обов'язків у безпечних умовах здійснюється відповідно до порядку навчання та перевірки знань з питань охорони праці та безпеки життєдіяльності, який регламентує форми, періодичність і зміст навчання, умови допуску до роботи та відповідальність за порушення встановлених вимог [1-3].

Матеріально-технічну основу безпечного функціонування закладів освіти визначають нормативні документи, що встановлюють вимоги до проєктування, будівництва, реконструкції та експлуатації будівель закладів освіти, зокрема щодо міцності конструкцій, санітарно-технічного забезпечення, енергоефективності, доступності для осіб з обмеженими можливостями та наявності укриттів. Зокрема, в умовах дії правового режиму воєнного стану Державна служба з надзвичайних ситуацій розробила рекомендації щодо організації укриттів в об'єктах фонду захисних споруд цивільного захисту персоналу та здобувачів освіти.

Особливу роль у формуванні безпечного освітнього середовища відіграє вчитель, який є безпосереднім організатором освітнього процесу та постійно взаємодіє із здобувачами освіти. Майбутній педагог по-

винен володіти знаннями з охорони праці, пожежної безпеки, електробезпеки, санітарно-гігієнічних вимог, а також з основ цивільного захисту та безпеки життєдіяльності. Важливою складовою професійної компетентності є вміння ідентифікувати потенційні небезпеки в освітньому середовищі, оцінювати ризики та вживати превентивних заходів для їх мінімізації.

Підготовка майбутніх учителів у закладах вищої освіти передбачає вивчення дисциплін «Основи охорони праці», «Охорона праці», «Безпека життєдіяльності», «Цивільний захист», які формують нормативно-правову, теоретичну та практичну основу безпечної професійної діяльності. Однак ефективність цієї підготовки значною мірою залежить від її практичної спрямованості, міждисциплінарної інтеграції та орієнтації на реальні умови функціонування сучасного закладу освіти [11].

В умовах воєнного стану в Україні питання безпеки освітнього середовища набуло особливої актуальності. Майбутній учитель має бути підготовлений до дій у надзвичайних ситуаціях, зокрема під час повітряних тривог, евакуації учнів, надання домедичної допомоги, організації навчального процесу в укриттях або в дистанційному форматі. Це потребує оновлення змісту освітніх програм і посилення нормативно-правової складової підготовки педагогів. Навчальна дисципліна «Основи медичних знань і безпека життєдіяльності» у Кам'янець-Подільському національному університеті імені Івана Огієнка є важливим складником професійної підготовки майбутнього вчителя до організації безпечного освітнього середовища. Вона належить до обов'язкових освітніх компонентів освітньо-професійних програм «Середня освіта» галузі знань А Освіта першого (бакалаврського) рівня вищої освіти та спрямована на формування в здобувачів здатності забезпечувати охорону життя і здоров'я учасників освітнього процесу.

Предметом вивчення дисципліни є загрозові для життя та здоров'я стани, надання першої домедичної допомоги, а також закономірності виникнення небезпечних чинників у процесі освітньої діяльності. Особлива увага приділяється вивченню нормативно-правових засад охорони праці та безпеки життєдіяльності, які регламентують діяльність педагогічних працівників у закладах загальної середньої освіти, зокрема вимог законодавства України щодо створення безпечних і нешкідливих умов навчання та праці.

У процесі опанування освітнього компонента майбутні вчителі засвоюють, зокрема основні положення законів України, підзаконних нормативних актів, державних стандартів і санітарно-гігієнічних норм, що визначають відповідальність педагогічного працівника за життя і здоров'я здобувачів освіти. Формується розуміння ролі вчителя як суб'єкта управління безпекою освітнього середовища, здатного ідентифікувати потенційні ризики, здійснювати профілактику травматизму та організовувати безпечну поведінку учнів у повсякденному житті та надзвичайних ситуаціях.

Важливим складником підготовки є формування в майбутніх педагогів практичних умінь застосовувати нормативно-правові вимоги з охорони праці та безпеки життєдіяльності в освітньому процесі, зокрема під час проведення навчальних занять, позакласних заходів, екскурсій, спортивних і масових заходів. Це забезпечує готовність вчителя діяти відповідно до

чинного законодавства, приймати обґрунтовані рішення в умовах ризику та нести професійну відповідальність за безпеку учасників освітнього процесу, а саме послуговуватися нормативно-правовими актами та актами з охорони праці та пожежної безпеки, що діють у межах закладу вищої освіти, посібниками, навчальними матеріалами з цих питань; брати участь:

- у підготовці інформаційних стендів, куточків з охорони праці тощо; нарад, семінарів, конкурсів тощо з питань охорони праці; пропаганди з питань охорони праці з використанням інформаційних засобів;
- розслідуванні нещасних випадків, професійних захворювань та аварій в закладі освіти відповідно до Порядку розслідування та ведення обліку нещасних випадків, професійних захворювань і аварій на виробництві, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 17 квітня 2019 року № 337, наказу Міністерства освіти і науки України від 16 травня 2019 року № 659 «Про затвердження Положення про порядок розслідування нещасних випадків, що сталися із здобувачами освіти під час освітнього процесу»;
- складанні санітарно-гігієнічної характеристики робочих місць працівників, які проходять обстеження щодо наявності профзахворювань;
- проведенні внутрішнього аудиту охорони праці на відповідність робочих місць нормативно-правовим актам з охорони праці;
- розробленні положень, інструкцій з охорони праці, розділу «Охорона праці» Колективного договору між адміністрацією та профспілковим комітетом працівників, актів з охорони праці, що діють у закладі освіти;
- організації навчання з питань охорони праці; роботі комісії з перевірки знань з питань охорони праці, тощо [4-5].

Висновки. Таким чином, навчальна дисципліна «Основи медичних знань і безпека життєдіяльності» відіграє ключову роль у підготовці майбутнього вчителя до організації безпечного освітнього середовища, оскільки поєднує медико-біологічні знання з нормативно-правовими аспектами охорони праці та безпеки життєдіяльності. Її опанування сприяє формуванню професійної компетентності вчителя, здатного забезпечувати охорону життя і здоров'я здобувачів освіти, реалізовувати вимоги чинного законодавства та створювати безпечні умови освітнього процесу в сучасному закладі освіти.

Список використаних джерел:

1. Безпека життєдіяльності: навчальний посібник / [П.С. Атаманчук, В.В. Мендерецький, О.П. Панчук, О.Г. Чорна]. Київ: Центр учбової літератури, 2011. 276 с.
2. Довідник з охорони праці: навч. посіб. / авт.-укл.: Т.П. Поведа, О.Г. Чорна. Кам'янець-Подільський: ТОВ «Друкарня Рута», 2021. 116 с.
3. Основи охорони праці: навчальний посібник / [П.С. Атаманчук, В.В. Мендерецький, О.П. Панчук, О.Г. Чорна]. Київ: Центр учбової літератури, 2011. 224 с.
4. Положення про організацію роботи з охорони праці та безпеки життєдіяльності учасників освітнього процесу в установах і закладах освіти, затверджено наказом Міністерства освіти і науки України від 26.12.2017 р. № 1669.

5. Положення про порядок розслідування нещасних випадків, що сталися із здобувачами освіти під час освітнього процесу, затверджено наказом Міністерства освіти і науки України від 16 травня 2019 року № 659.
6. Правила пожежної безпеки в Україні: Закон України від 30.12.2014 № 1417.
7. Про освіту: Закон України від 05.09.2017 р. № 2145-VIII.
8. Про охорону праці: Закон України від 14.10.1992 р. № 2694-XII.
9. Про повну загальну середню освіту: Закон України від 16.01.2020 р. № 463-IX.
10. Санітарний регламент для закладів загальної середньої освіти, затверджено наказом Міністерства охорони здоров'я України від 25.09.2020 р. № 2205.
11. Чорна О.Г., Рачковський О.М. Підготовка майбутнього вчителя до створення безпечного освітнього середовища в закладі середньої освіти. *Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серія педагогічна* / [редкол.: С.В. Оптасюк (голова, наук. ред.) та ін.]. Кам'янець-Подільський: Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, 2023. Вип. 29: Дидактичні передумови становлення майбутнього вчителя в умовах інновацій природничо-наукової освіти. С. 155-159.

Oksana CHORNA

Kamianets-Podilskyi National Ivan Ohienko University

**PREPARING A FUTURE TEACHER TO ORGANIZE
A SAFE EDUCATIONAL ENVIRONMENT:
REGULATORY AND LEGAL ASPECTS
OF OCCUPATIONAL PROTECTION
AND LIFE SAFETY**

Abstract. The article highlights the issues of training future teachers to organize a safe educational environment in secondary education institutions. The essence of the concept of "safe educational environment" is analyzed and the role of the teacher in ensuring labor protection and life safety of participants in the educational process is determined. Special attention is paid to the analysis of regulatory documents of Ukraine that regulate issues of labor protection, civil protection, fire, technogenic and sanitary and hygienic safety in the educational sector. It is revealed that in the process of mastering the educational component "Fundamentals of medical knowledge and life safety" future teachers learn the main provisions of the laws of Ukraine, subordinate regulations, state standards and sanitary and hygienic norms that determine the responsibility of a pedagogical worker for the life and health of students. In particular, an understanding of the role of the teacher as a subject of educational environment safety management is formed, capable of identifying potential risks, preventing injuries and organizing safe behavior of students in everyday life and emergency situations.

The requirements for the professional training of future teachers are outlined in the context of forming their readiness to act responsibly in conditions of potential risks and emergency situations. The need to integrate regulatory and legal knowledge on occupational health and safety into the content of professional training of future teachers is substantiated as an important condition for creating a safe and health-preserving educational environment.

Key words: safety, educational environment, educational institution, future teacher, occupational safety, life safety, regulatory documents, legislation.

References:

1. Bezpeka zhyttiediiialnosti: navchalnyi posibnyk / [P.S. Atamanchuk, V.V. Menderetskyi, O.P. Panchuk, O.H. Chorna]. Kyiv: Tsentr uchbovoi literatury, 2011. 276 s.
2. Dovidnyk z okhorony pratsi: navch.posib. / avt.-ukl.: T.P. Poveda, O.H. Chorna. Kamianets-Podilskyi: TOV «Drukarnia Ruta», 2021. 116 s.
3. Osnovy okhorony pratsi: navchalnyi posibnyk / [P.S. Atamanchuk, V.V. Menderetskyi, O.P. Panchuk, O.H. Chorna]. Kyiv: Tsentr uchbovoi literatury, 2011. 224 s.
4. Polozhennia pro orhanizatsiiu roboty z okhorony pratsi ta bezpeky zhyttiediiialnosti uchashnykiv osvithnoho protsesu v ustanovakh i zakladakh osvity, zatverdzheno nakazom Ministerstva osvity i nauky Ukrainy vid 26.12.2017 r. № 1669.
5. Polozhennia pro poriadok rozsliduvannia neshchasnykh vyypadkiv, shcho stalsia iz zdobuvachamy osvity pid chas osvithnoho protsesu, zatverdzheno nakazom Ministerstva osvity i nauky Ukrainy vid 16 travnia 2019 roku № 659.
6. Pravyla pozhezhnoi bezpeky v Ukraini: Zakon Ukrainy vid 30.12.2014 № 1417.
7. Pro osvitu: Zakon Ukrainy vid 05.09.2017 r. № 2145-VIII.
8. Pro okhoronu pratsi: Zakon Ukrainy vid 14.10.1992 r. № 2694-XII.
9. Pro povnu zahalnu seredniu osvitu: Zakon Ukrainy vid 16.01.2020 r. № 463-IX.
10. Sanitarnyi rehlament dlia zakladiv zahalnoi serednoi osvity, zatverdzheno nakazom Ministerstva okhorony zdorovia Ukrainy vid 25.09.2020 r. № 2205.
11. Chorna O.H., Rachkovskyi O.M. Pidhotovka maibutnoho vchytelia do stvorennia bezpechnoho osvithnoho sere-dovyscha v zakladi serednoi osvity. *Zbirnyk naukovykh prats Kamianets-Podilskoho natsionalnoho universytetu imeni Ivana Ohienka. Seriiia pedahohichna* / [redkol.: S.V. Optasiuk (holova, nauk. red.) ta in.]. Kamianets-Podilskyi: Kamianets-Podilskyi natsionalnyi universytet imeni Ivana Ohienka, 2023. Vyp. 29: Dydaktychni pere-dumovy stanovlennia maibutnoho vchytelia v umovakh in-novatsii pryrodnycho-naukovoї osvity osvity. S. 155-159.

Отримано: 15.10.2025

Ольга ШТОФЕЛЬ¹, Віктор ГОЛОВКО², Данило КОРОЛЕНКО³, Софія МАРКОВСЬКА⁴,
Юлія БОНДАРЕНКО⁵

^{1,4,5}Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

^{1,2,3}Інститут електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України

e-mail: ¹o.shtof@gmail.com, ²v_golovko@ukr.net, ³danilkorlenko@gmail.com, ⁴markovska.sofia@lll.kpi.ua,
⁵yulia.b-fmf27@lll.kpi.ua;

ORCID: ¹0000-0003-0965-6340, ²0000-0002-2117-0864, ³0009-0008-8582-5904,
⁴0009-0000-2267-0222, ⁵0009-0008-6626-3483

ФОРМУВАННЯ МІЖДИСЦИПЛІНАРНИХ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ СТУДЕНТІВ-ФІЗИКІВ ЧЕРЕЗ ЗАСТОСУВАННЯ ФРАКТАЛЬНОГО АНАЛІЗУ В МАТЕРІАЛОЗНАВСТВІ

Анотація. Традиційні методи матеріалознавства часто виявляються недостатніми для точної та повної характеристики складних, масштабно-інваріантних структур природних і синтетичних об'єктів. Ця проблема ускладнює розуміння залежностей між структурними особливостями матеріалів та їхніми фізичними властивостями. Метою роботи є розробка та впровадження методики формування міждисциплінарних компетентностей студентів-фізиків шляхом інтеграції фрактального аналізу як потужного інструменту дослідження. Фрактальний підхід забезпечує новий інструментарій для виявлення глибинного порядку та закономірностей у складних, здавалося б, хаотичних структурах, що є критичним для сучасних досліджень матеріалів. Значимість полягає у наданні студентам-фізикам практичного досвіду застосування передових математичних методів для аналізу структурних компонент матеріалів, вивчення їхньої поведінки під дією різних факторів та прогнозування властивостей. Це не лише поглиблює їхні знання у матеріалознавстві, але й розвиває необхідні аналітичні та дослідницькі навички для міждисциплінарної наукової діяльності.

Ключові слова: фізика, математичний підхід, фрактальний аналіз, матеріалознавство, міждисциплінарні компетентності, масштабна інваріантність, структура матеріалів.

Постановка проблеми. Формування у студентів-фізиків міждисциплінарних компетентностей в сучасному світі вимагає нових підходів, методів дослідження і взаємодії їх із затребуваністю нашого часу. Так як наразі існує недостатня інтеграція сучасних міждисциплінарних методів дослідження, зокрема фрактального аналізу, у навчальний процес підготовки фахівців зі спеціальності Е5(104) Фізика та астрономія, особливо в контексті сучасного матеріалознавства та фізики твердого тіла, було запропоновано ввести методи фрактального аналізу у програми підготовки фахівців освітньої програми «Моделювання фізичних процесів» на фізико-математичному факультеті КПІ ім. Ігоря Сікорського.

Аналіз застосування методу у дисциплінах закладів вищої освіти за спеціальністю. Застосування методу фрактального у навчальних дисциплінах спеціальності Е5(104) Фізика та астрономія не є популярним [1-3]. Проте, навчання фрактальному аналізу розвиває у студентів-фізиків аналітичне мислення, навички комп'ютерного моделювання та обробки експериментальних даних (зокрема, цифрових зображень мікроструктур) – ключові вимоги сучасного ринку праці та наукової діяльності. Фрактальна розмірність є кількісною характеристикою, що пов'язує мікроструктуру матеріалу (наприклад, пористість, шорсткість, розподіл фаз) з його фізичними та механічними властивостями. Включення цього методу дозволяє студентам глибше зрозуміти принцип «структура-властивість» та сформулювати затребувані сучасністю компетентності [4].

Мета дослідження є комплексною і полягає у методичному обґрунтуванні та експериментальній апробації ефективності інтеграції фрактального аналізу в освітній процес. **Основною задачею** було розробити та експериментально апробувати методику викладання основ фрактального аналізу та його застосувань для

характеристики структури та властивостей матеріалів у рамках навчальних дисциплін для студентів-фізиків.

Виклад основного матеріалу дослідження. В рамках навчання студентів-фізиків на бакалаврському рівні було впроваджено нову дисципліну на вибір «Основи методу фрактального аналізу програмними засобами»[5], для студентів магістратури – запропоновано тему для науково-дослідної практики, на базах партнерських організацій: ІЕЗ ім. Е.О. Патона НАН України [6] та ТОВ «ПлазмаТек» [7] та дисертацій магістрів [8], а також продовження даного напрямку досліджень на наступному рівні навчання – на аспірантурі на базі ІЕЗ ім. Е.О. Патона НАН України. В межах дисципліни та фрактальних тематик у студентів формуються наступні компетентності:

Інформаційні:

✓ *Компетентність у математичному моделюванні складних систем.* Здатність застосовувати апарат фрактальної геометрії для кількісного опису нерегулярних, хаотичних структур і процесів у матеріалах та переходити для опису фізичних моделей від евклідових розмірностей до фрактальних.

✓ *Компетентність у цифровому аналізі зображень,* тут поєднуються фізика із інформаційними технологіями. Здатність використовувати сучасне програмне забезпечення (Photoshop, Fractal, ImageJ, MatLab, Python) для обробки та аналізу цифрових зображень мікроструктур матеріалів, отриманих за допомогою оптичної та електронної мікроскопії (SEM, TEM). Навички виділення структурної інформації (наприклад, контурів, меж зерен, дефектів, включень, інокуляторів) та застосування до неї фрактальних алгоритмів (метод «box-counting method»).

✓ *Компетентність у встановленні зв'язку «Структура-Властивість» (аналіз),* тут поєднуються матеріалознавство та фізика. Здатність інтерпрету-

вати фізичний зміст фрактальних характеристик, наприклад фрактальної розмірності, у контексті макроскопічних властивостей матеріалів, наприклад, твердості, ударної в'язкості, границь плинності і текучості, характеристик повздовжнього видовження та поперечного звуження. Вміння використовувати фрактальний індекс як прогностичний параметр для оцінки експлуатаційних характеристик матеріалів.

Загальнонаукові:

✓ *Навички критичного аналізу та синтезу наукової інформації.* Здатність критично оцінювати обмеження класичних фізичних моделей та необхідність застосування фрактального підходу. Вміння синтезувати знання з інших галузей: математика, програмування/інформаційні технології, матеріалознавство, фізика загальна та фізика твердого тіла, для розв'язання прикладних наукових задач.

Застосування фрактального аналізу відбувається на реальних об'єктах, що дає здобувачам більшої впевненості в їх затребуваності. При співпраці з ТОВ «ПлазмаТек» в дослідженні використовується сталь ХВГ; з ІЕЗ ім. С.О. Патона НАН України робота відбувається на базі низьколегованих сталей 09Г2, 09Г2С, а саме дослідження зварних швів із цих сталей.

Зварні металокопії широко використовуються в багатьох галузях промисловості та будівництві. Здатність працювати у відповідних умовах, надійність та довговічність таких конструкцій забезпечується формування певної структури металу зварних швів та зони термічного впливу основного металу. Сучасні методи металографічних досліджень, які використовуються для визначення параметрів структури з метою контролю показників якості металу, такі як, наприклад, ДСТУ 8972-2019, ДСТУ 8966-2019, ДСТУ 3295-2095, орієнтуються на ідеалізоване зображення структурних складових. Реальні складові структури можуть мати значні відхилення від ідеалізованої форми. Такі параметри як гольчатість структурних зерен, морфологія неметалевих включень мають суттєвий вплив на механічні властивості металу. Крім того доводиться аналізувати об'єкти, що мають різну розмірність, наприклад розміри зерен (мм), розгалуження між зеренними границями (мм⁻¹), відношення довжини до ширини зерна (безрозмірний показник), орієнтація структурних зерен (кут), вміст неметалевих включень (%). Природні об'єкти, взагалі як правило, є нерівними та погано описуються ідеальними конструкціями евклідової геометрії. Прості системи з нелінійною динамікою часто генерують дуже випадкові ефекти, відомі як хаос. Парадокс хаосу полягає в тому, що він детермінований, тобто є результатом динаміки, яка не регулюється законами ймовірності. Через надзвичайну чутливість до початкових умов і параметрів системи хаотична система може здаватися абсолютно випадковою. Але в основі такої поведінки лежить порядок, який може бути описаний статистичними методами. Одним з таких методів є метод фрактального аналізу, що набув поширення останнім часом в металографічних дослідженнях як металів взагалі, так і зварних з'єднань зокрема [9-12].

Термін фрактал (від латинського fractus – неpravильний, фрагментований) застосовується до об'єктів у просторі або коливань у часі, які мають форму са-

моподібності та не можуть бути описані в межах однієї абсолютної шкали вимірювання. Фрактали виглядають як природні поверхні, і справді, базові фізичні процеси (від агрегації галактик, через турбулентні потоки лави, до згортання сиру та зростання сніжних), які змінюють форму через локальну дію, створюють фрактальні поверхні, тому фрактали поширені в природі [13]. Такі ідеальні об'єкти як точки мають евклідову розмірність 0, ідеальні лінії – 1, а ідеально плоскі площини – 2. Однак, сукупність дійсних точок має розмірність більше 0, дійсні лінії більше 1, дійсні поверхні більше 2 тощо. На кожному рівні, зі зміною розмірів об'єкта від одного цілого числа до наступного, складність об'єкта збільшується; він стає більш заповнюючим площу від 1 до 2, більш заповнюючим об'єм від 2 до 3 тощо. Евклідові або нефрактальні об'єкти (точки, лінії, кола, куби тощо) можна розглядати як фрактальні об'єкти з найнижчою складністю (цілочисельні фрактальні розмірності) у відповідних областях розмірності (від 0 до 1, від 1 до 2 тощо). Фрактальна геометрія допускає існування мір, які змінюються нецілим або дробовим чином, коли змінюється одиниця вимірювання. Керівний показник D називається фрактальною розмірністю. Фрактальна розмірність – це міра того, наскільки «складною» є аналізована фігура. У грубому сенсі вона вимірює, «скільки точок» лежить у заданій множині.

Одним із найважливіших практичних аспектів фрактального аналізу може бути використання фрактальної розмірності як кількісної змінної, яку можливо розглядати як залежну змінну для оцінювання багатьох незалежних змінних. Фактично, формальне визначення фрактала говорить, що це об'єкт, для якого фрактальна розмірність більша за топологічну розмірність тобто фрактал – це об'єкт, що складається з частин, подібних до цілого. Поняття самоподібності є основною властивістю фрактальних об'єктів.

Навіть у, здавалося б, повністю невпорядкованих системах, таких як структура металу зварних швів, ми можемо спостерігати статистичну самоподібність (повторення характерних локальних структур та певних типових кореляцій між ними). Це найхарактерніша риса самоподібності: фундаментальна інформація про структуру складної системи вже міститься у досить малих вибірках, і ми можемо відтворити всі суттєві характеристики, навіть якщо вони не є строго ідентичними [14].

Використання самоподібності – це один із способів обчислення фрактальної розмірності. Наприклад, можна розділити відрізок прямої на m самоподібних інтервалів, кожен з яких має однакову довжину, і кожен з яких можна збільшити в n разів, щоб отримати вихідний відрізок. Квадрат або трикутник можна розділити на n^2 самоподібних копій себе, кожен з яких потрібно збільшити в n разів, щоб отримати вихідний об'єкт. Аналогічно, куб можна розкласти на n^3 самоподібних копій себе, кожен з яких потрібно збільшити в n разів, щоб отримати вихідний куб. Якщо взяти збільшення n та піднести його до степеня розмірності D , то отримаємо кількість самоподібних частин у вихідному об'єкті P :

$$P = n^D.$$

Слід підкреслити, що D є описовим, кількісним показником статистики.

Фрактальний аналіз став важливою класифікаційною методологією для об'єктивної характеристики та розрізнення структурних складових металу. Загальний підхід такої діагностичної схеми такий: 1-й – характеризувати структурну складову за кількома ознаками, чисельно описуючи деякі або всі фактори, що суб'єктивно розглядаються металознавцями, та 2-й – зробити висновок на основі цих ознак щодо віднесення цієї складової до встановленого класифікаційного типу.

Оцифроване зображення – це візерунок, що зберігається у вигляді матриці даних. Бінарні зображення – це матриці, де пікселі, що належать до візерунка, зберігаються як 1, а пікселі фону – як 0. На відеоекрані пікселі з 1 відображаються як чорні, пікселі з 0 – як білі або навпаки. Зображення у градаціях сірого – це матриці, де елементи матриці можуть приймати значення від 0 до 255. Для цього методу спочатку підраховують чорні (або, відповідно, білі) пікселі в рядку, а потім, використовуючи загальну кількість пікселів у рядку, нормалізують отримане число. У зображенні зі значеннями сірого обчислюється сума значень сірого і нормалізуються числа, використовуючи найбільше значення сірого. Скануючи зображення рядок за рядком встановлюється стохастичний сигнал, що містить інформацію про зображення.

Для визначення фракталів структурних складових металів використовують фрактал типу «комірка». Логарифм розміру комірки (зазвичай у піксельних одиницях) відкладається на горизонтальній осі, а логарифмічна загальна площа комірок, що містять принаймні один піксель, що належить до розглянутого фрактала, відкладається на вертикальній осі. За результатами аналізу підраховують кількість комірок, які не є порожніми, тобто кожної комірки, яка містить принаймні один піксель розглянутого фрактала. Нехай кількість цих комірок буде P . Зменшення розміру комірки h дає більше деталей, що те саме, що збільшення збільшення. Фактично, збільшення, n , дорівнює $1/h$. Фрактальну розмірність визначають за виразом:

$$D = \frac{\log \log(P)}{\log \log(1/h)}.$$

Однією з основних характеристик структури металу є розмір її зерен, який можливо описати через розмір границь зерен. В цьому випадку розмір сторони в пікселях стає одиницею довжини. Такий метод іноді називають методом підрахунку блоків. Через фрактальну самоподібність у методах, пов'язаних з довжиною, величина результуючої міри (периметрів тощо) збільшується зі зменшенням розміру вимірювального елемента (комірки).

Відповідне степеневе співвідношення:

$$L(h) = Fh^s,$$

де $L(h)$ – еквівалентний периметр як функція роздільної здатності, F – префактор, а s – нахил графіка залежності $\log[L(h)]$ від $\log(h)$. Тоді *фрактальна розмірність довжини* $D = 1 - s$. Оскільки s від'ємне, а $|s|$ менше за 1, D знаходиться між 1 та 2 [15].

Окрім підходу, який пов'язано з довжиною, для аналізу структурних складових використовують методи, пов'язані з масою [15]. Масово-орієнтовані методи передбачають підрахунок пікселів на границях, що містяться в області вибірки (наприклад, зерна структури,

або неметалеві включення), як функцію розмірів областей вибірки. Центрують комірки у багатьох випадково розташованих точках на границі та підраховують кількість пікселів на границі, що містяться в кожній комірці. Лагарифм кількості пікселів у кожній комірці відображається на основі логарифма вимірювального елемента (довжина границі). Фрактальна модель дає лінію з позитивним нахилом, що є D для цього об'єкта. Побудована степенева залежність має вигляд:

$$\mu(r) = Ar^D,$$

де $\mu(r)$ – кількість пікселів (маса) у комірці розміром r ; r – довжина сторони комірки, A – префактор, D – нахил графіка залежності $\log[\mu(r)]$ від $\log(r)$, а D – фрактальна розмірність маси [15].

Мета вимірювання фрактальних розмірностей полягає не лише в додаванні нового структурного параметра до вже існуючих, важливішою метою є отримання глибшого розуміння розвитку складних структур та процесів, що сприяють формуванню структур. Однією з переваг фрактального аналізу є здатність описувати нерегулярні та складні об'єкти.

Структура металу взагалі, і металу зварного з'єднання зокрема, є дуже структурно не однорідними та мають обмежені, а часто й змінні, діапазони самоподібності. Задане значення фрактальної розмірності, D , не визначає однозначно структурну морфологію, і об'єкти, що виглядають дуже по-різному, можуть мати однакову або дуже схожу D . Щоб відрізнити такі об'єкти від «традиційної» міри фрактальної розмірності, пов'язаної з довжиною та ємністю, можна додати новіші міри фрактальної розмірності, пов'язаної з масою, та лакунарності, а також поняття мультифракталу.

Лакунарність (від латинського *lacuna* – брак, проміжок або діра) вимірює структурну варіацію або неоднорідності, які можуть проявлятися «текстурою». Лакунарність є аналогом фрактальної розмірності, яка описує текстуру фрактала. Вона тісно пов'язана з розподілом розмірів незаповнених пікселями площин на фракталі. Грубо кажучи, якщо фрактал має великі білі зерна оторочені чорними границями або неметалеві включення, він має високу лакунарність, тому лакунарність можливо розглядати як міру неоднорідності (гетерогенності) структури або ступінь структурної дисперсії в межах об'єкта. Лакунарність зазвичай визначається з точки зору розподілу, пов'язаного з масою. Загальною процедурою є обчислення середнього значення та дисперсії (або стандартного відхилення) деякої міри, наприклад, маси (кількості пікселів) у комірці заданого розміру. Отже, лакунарність можна інтерпретувати як функцію морфології об'єкту (структурного зерна або неметалевого включення).

Фрактальні моделі можуть бути використані для сегментації зображень, класифікації структур, визначення морфології форми об'єктів зображення [16], але жоден окремий параметр не може повністю описати фрактальну структуру металів. З одного боку фрактальна розмірність є статистичною мірою цілого об'єкта, тому що вона представляє міру його глобальної складності і, отже, демонструє фрактальні властивості об'єкта в цілому. З іншого боку, локальна фрактальна розмірність представляє складність та фрактальні властивості різних локусів всередині об'єкта, наприклад, розмірів структурних зерен [17] або неме-

талевих включень [18]. У певному сенсі це сутність мультифракталів, а саме те, що об'єкти можуть мати глобальні та різні локальні фрактальні розмірності і, отже, локальні відмінності в складності [19].

Висновок. Фрактальний аналіз є фундаментальним математичним апаратом, що застосовується для опису складних, нерегулярних об'єктів і процесів у різних галузях фізики (фізика твердого тіла, фізика руйнування, фізика поверхонь тощо), що вимагає оновлення змісту освіти для забезпечення міждисциплінарної підготовки. У цій статті продемонстровано, наскільки корисним є впровадження фрактального аналізу як інструменту для отримання структурної інформації з оцифрованих зображень при проведенні металографічних досліджень структури металу взагалі і зварних з'єднань зокрема. Дослідження пропонує нову педагогічну модель для інтеграції складної математичної теорії в прикладну фізику, що є важливим внеском у теорію та методику навчання фізики у вищій школі.

Список використаних джерел:

1. Силабус навчальної дисципліни фрактали [Електронний ресурс]. Івано-Франківськ, 2024. URL: <https://surl.li/sbnpag> (дата звернення: 04.11.2025).
2. Силабус навчальної дисципліни «Фрактальна геометрія і теорія хаосу для квантових систем» [Електронний ресурс]. Одеса: ОДЕКУ. URL: <https://surl.li/anjtjt> (дата звернення: 04.11.2025).
3. Силабус навчальної дисципліни «Сучасні методи обробки інформації» [Електронний ресурс]. Дніпро: НТУ «Дніпровська політехніка». URL: <https://surl.li/dnbkjh> (дата звернення: 04.11.2025).
4. Боровик Л., Басараба І., Боровик О. Структурно-функціональний аналіз загальнонаукової компетентності здобувачів вищої освіти. *Науковий вісник Вінницької академії безперервної освіти. Серія «Педагогіка. Психологія»*. 2024. Вип. 5. С. 17–25. DOI: <https://doi.org/10.32782/academ-ped.psyh-2024-1.03>
5. Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус) «Основи методу фрактального аналізу програмними засобами» [Електронний ресурс]. URL: <https://surl.li/mhqvmn> (дата звернення: 04.11.2025).
6. Договір про співпрацю та співробітництво ІЕЗ ім. Є.О. Патона НАН України [Електронний ресурс]. URL: <https://surl.li/ujqhns> (дата звернення: 04.11.2025).
7. Договір про співпрацю та співробітництво ТОВ «ПлазмаТек» [Електронний ресурс]. URL: <https://surl.li/ewnftr> (дата звернення: 04.11.2025).
8. Короленко Д.Ю. Застосування фрактального аналізу як одного із методів дослідження металевих конструкцій: магістерська дис.: 104 Фізика та астрономія. Київ, 2022. 85 с. URL: <https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/8b23c823-4cd5-4ce4-8ad6-4ab0e8094d80/content>
9. Большаков В.І., Волчук В.М., Дубров Ю.І. Топологічні і фрактальні інваріанти структури для оцінювання якості металу. *Доповіді Національної академії наук України*. 2017. № 4. С. 42–47.
10. Щолокова М.О., Слободян С.Б., Дирда В.І. Фрактальний підхід до механіки руйнування твердих тіл. *Геотехнічна механіка*. 2018. № 138. С. 227–258.
11. Усов В.В., Рабікіна М.Д., Шкатуляк Н.М., Чернева Т.С. Фрактальна розмірність меж зерен і механічні властивості металу кисневих балонів. *Фізико-хімічна механіка матеріалів*. 2014. № 4. С. 117–124.
12. Vstovsky G.V., Kolmakov A.G., Terentjev V.F. Using multifractal information for quantitative evaluation of broken symmetries of materials structures. *Materials Science* (Kaunas). 1999. № 2. P. 62–65.
13. Vicsek T. *Fractal Growth Phenomena*. Singapore: World Scientific, 1999.
14. Большаков В.І., Волчук В.М., Дубров Ю.І. Основи організації фрактального моделювання. Київ: Академперіодика, 2017. 170 с.
15. Smith Jr.T.G., Lange G.D., Marks W.B. Fractal methods and results in cellular morphology – dimensions, lacunarity and multifractals. *J. Neurosci. Meth.* 1996. Vol. 69. P. 123–136.
16. Pentland A.P. Fractal-Based Description of Natural Scenes. *IEEE Trans. Patt. Anal. Mach. Intel.* 1984. Vol. PAMI-6 (6). P. 661–674.
17. Головки В.В., Штофель О.О., Костін В.А. Фрактальна параметризація розгалуженості бейнітної структури металу швів високоміцних низьколегованих сталей. *Автоматичне зварювання*. 2023. № 4. С. 17–20. DOI: <https://doi.org/10.37434/as2023.04.03>
18. Holovko V., Shtofel O., Krasikova I., Krasikov I. Fractal analysis of the structure with non-metallic inclusions characteristics impact on the weld metal mechanical properties. *8th International Materials Science Conference HighMatTech-2023*. October 2–6, 2023 Kyiv, Ukraine [Електронний ресурс]. URL: <https://umrs.org.ua/activities/conferences/highmattech-2023/program/view/>
19. Bartlett M.L. Comparison of methods for measuring fractal dimension. *Austral. Phys. Eng. Sci. Med.* 1991. Vol. 14 (3). P. 146–152.

**Olga SHTOFEL¹, Viktor HOLOVKO²,
Danilo KOROLENKO³, Sofia MARKOVSKA⁴,
Yuliia BONDARENKO⁵**

^{1, 4, 5}Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute

^{1, 2, 3}E.O. Paton Electric Welding Institute

FORMATION OF INTERDISCIPLINARY COMPETENCIES OF PHYSICS STUDENTS THROUGH THE APPLICATION OF FRACTAL ANALYSIS IN MATERIALS SCIENCE

Abstract. Traditional methods of materials science are often insufficient for accurate and complete characterization of complex, scale-invariant structures of natural and synthetic objects. This problem complicates the understanding of the relationships between the structural features of materials and their physical properties. The aim of this work is to develop and implement a methodology for forming interdisciplinary competencies in physics students by integrating fractal analysis as a powerful research tool. The fractal approach provides new tools for identifying deep order and regularities in complex, seemingly chaotic structures, which is critical for modern materials research. The significance lies in providing physics students with practical experience in applying advanced mathematical methods to analyze the structural components of materials, study their behaviour under the influence of various factors, and predict their properties. This not only deepens their knowledge of materials science, but also develops the analytical and research skills necessary for interdisciplinary scientific activity.

Key words: physics, mathematical approach, fractal analysis, materials science, interdisciplinary competencies, scale invariance, structure of materials.

References:

1. Syllabus navchal'noyi dystsypliny fraktaly [Elektronnyy resurs]. Ivano-Frankiv'sk, 2024. URL: <https://surl.li/sbnpag>.

2. Syllabus navchal'noyi dystsypliny «Fraktal'na heometriya i teoriya khaosu dlya kvantovykh system» [Elektronnyy resurs]. Odesa: ODEKU. URL: <https://surl.lt/anrjtj>
3. Syllabus navchal'noyi dystsypliny «Suchasni metody obrobky informatsiyi» [Elektronnyy resurs]. Dnipro: NTU «Dniprov's'ka politehnika». URL: <https://surl.li/dnbkix>
4. Borovyk L., Basaraba I., Borovyk O. Strukturno-funktsional'nyy analiz zahal'nonaukovoyi kompetentnosti zdobuvachiv vyshchoyi osvity. *Naukovyy visnyk Vinnyts'koyi akademiyi bezperervnoyi osvity. Seriya «Pedagogika. Psykholohiya»*. 2024. Vyp. 5. S. 17–25. DOI: <https://doi.org/10.32782/atsadem-ped.psyh-2024-1.03>
5. Robocha prohrama navchal'noyi dystsypliny (Syllabus) «Osnovy metodu fraktal'noho analizu prohramnyy zasobamy» [Elektronnyy resurs]. URL: <https://surl.li/mhqvm>
6. Dohovir pro spivpratsyu ta spivrobitnytsvo IEZ im. Ye.O. Patona NAN Ukrayiny [Elektronnyy resurs]. URL: <https://surl.li/ujqhns>
7. Dohovir pro spivpratsyu ta spivrobitnytsvo TOV «PlazmaTek» [Elektronnyy resurs]. URL: <https://surl.li/ewnftr>
8. Korolenko D.Yu. Zastosuvannya fraktal'noho analizu yak odnogo iz metodiv doslidzhennya metalevykh konstruktsiy: mahisters'ka dys.: 104 Fizyka ta astronomiya. Kyiv, 2022. 85 s. URL: <https://ela.kpi.ua/server/api/tstore/bitstreams/8b23ts823-4tsd5-4tse4-8ad6-4ab0e8094d80/tsonent>
9. Bol'shakov V.I., Volchuk V.M., Dubrov Yu.I. Topologichni i fraktal'ni invarianty struktury dlya otsinyuvannya yakosti metalu. *Dopovidi Natsional'noyi akademiyi nauk Ukrayiny*. 2017. № 4. S. 42–47.
10. Shcholakova M.O., Slobodyan S.B., Dyrda V.I. Fraktal'nyy pidkhd do mekhaniky ruynuannya tverdoykh til. *Heotekhnichna mekhanika*. 2018. № 138. S. 227–258.
11. Usov V.V., Rabkina M.D., Shkatulyak N.M., Cherneva T.S. Fraktal'na rozmirnist' mezh zeren i mekhanichni vlastyvoli metalu kysnevykh baloniv. *Fizyko-khimichna mekhanika materialiv*. 2014. № 4. S. 117–124.
12. Vstovsky G.V., Kolmakov A.G., Terentjev V.F. Using multifratstal information for quantitative evaluation of broken symmetries of materials strutsures. *Materials Stsientse* (Kaunas). 1999. № 2. P. 62–65.
13. Vitssek T. Fractal Growth Phenomena. Singapore: World Stsientifits, 1999.
14. Bol'shakov V.I., Volchuk V.M., Dubrov Yu.I. Osnovy orhanizatsiyi fraktal'noho modelyuvannya. Kyiv: Akademperiodyka, 2017. 170 s.
15. Smith Jr.T.G., Lange G.D., Marks W.B. Fractal methods and results in tsellular morphology – dimensions, latsunarity and multifratstals. *J. Neurotsi. Meth.* 1996. Vol. 69. P. 123–136.
16. Pentland A.P. Fractal-Based Destsription of Natural Stsenes. *IEEE Trans. Patt. Anal. Mach. Intel.* 1984. Vol. PAMI-6 (6). P. 661–674.
17. Holovko V.V., Shtofel' O.O., Kostin V.A. Fraktal'na parametryzatsiya roz'haluzhenosti beynitnoyi struktury metalu shviv vysokomitsnykh nyz'kolehovanykh staley. *Avtomatychnye zvaryuvannya*. 2023. № 4. S. 17–20. DOI: <https://doi.org/10.37434/as2023.04.03>
18. Holovko V., Shtofel O., Krasikova I., Krasikov I. Fractal analysis of the strutsture with non-metallits intslusions charatsteristitss impatst on the weld metal mechanitsal properties. *8th International Materials Stsientse Tsonferentse HighMatTech-2023*. Otstober 2–6, 2023 Kyiv, Ukraine [Elektronnyy resurs]. URL: <https://umrs.org.ua/atstivities/tsonferentses/highmattech-2023/program/view/>
19. Bartlett M. L. Tsomparison of methods for measuring fratstal dimension. *Austral. Phys. Eng. Stsi. Med.* 1991. Vol. 14 (3). P. 146–152.

Отримано: 11.11.2025

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРИРОДНИЧО-МАТЕМАТИЧНОЇ І ЦИФРОВОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ ТА СВІТОГЛЯДУ МАЙБУТНІХ ВЧИТЕЛІВ В УМОВАХ НУШ ТА ВИКОРИСТАННЯ ШІ В ОСВІТІ

УДК 37.016:53:004.8

DOI: 10.32626/2307-4507.2025-31.183-187

Андрій БЕВЗ¹, Анна БЕВЗ²¹Центральноукраїнський державний університет імені Володимира Винниченка²Відокремлений структурний підрозділ «Кропивницький інженерний фаховий коледж
Центральноукраїнського національного технічного університету»e-mail: ¹andiybevz@cuspu.edu.ua, ²annabevz.kr.ua@gmail.com;ORCID: ¹0009-0009-6329-2673, ²0000-0001-8989-5784

ІНТЕГРАЦІЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ У НАВЧАННЯ ФІЗИКИ У ЗАКЛАДАХ ФАХОВОЇ ПЕРЕДВИЩОЇ ОСВІТИ

Анотація. У статті розглянуто інтеграцію технологій штучного інтелекту у навчання фізики в закладах фахової передвищої освіти. Проаналізовано історичні етапи використання цифрових технологій у викладанні фізики та сучасні можливості генеративного штучного інтелекту. Обґрунтовано переваги застосування інструментів Microsoft Copilot 365, Canva та інших сервісів для створення навчальних матеріалів, тестів, презентацій і візуалізацій. Визначено потенціал штучного інтелекту для персоналізації навчання, підвищення ефективності викладання та розвитку критичного мислення студентів. Окреслено ризики надмірної залежності від технологій і необхідність педагогічного супроводу. Підкреслено важливість поєднання цифрових інструментів із традиційними методами навчання. Зроблено висновок про ефективність інтеграції штучного інтелекту у формування ключових компетентностей та модернізацію освітнього процесу. Подальші дослідження мають бути спрямовані на оцінку довгострокового впливу штучного інтелекту на якість навчання та професійну підготовку студентів.

Ключові слова: штучний інтелект, фізика, цифровізація, генеративні технології, Microsoft Copilot, Canva, персоналізація навчання, тестування, адаптивні системи, компетентності.

Постановка проблеми. Сучасний світ характеризується стрімкою цифровізацією та глобалізацією усіх сфер діяльності – від промисловості й аграрного сектору до науки та культури. Це зумовлює високий рівень конкуренції на ринку праці. Роботодавці надають перевагу випускникам, які володіють комплексом знань і практичних навичок, здатних застосовувати їх для вирішення реальних професійних завдань. У таких умовах конкурентними стають фахівці, що демонструють гнучке й творче мислення, оперативність у прийнятті рішень та відповідальність за результати своєї діяльності.

Ідея використання технологій у навчанні фізики бере початок ще з 60-х років XX століття, коли з'явилися перші комп'ютерні симуляції фізичних процесів. У 90-х роках активно впроваджувалися мультимедійні засоби, а з початку 2000-х – віртуальні лабораторії та онлайн-курси. Проте справжній прорив стався з розвитком штучного інтелекту (ШІ), який дозволив створювати адаптивні навчальні системи та автоматизовані системи оцінювання.

У сучасному освітньому середовищі стрімкий розвиток цифрових технологій та штучного інтелек-

ту радикально трансформує традиційні підходи до викладання природничих дисциплін [8]. Фізика, як наука про закони природи, отримує нові інструменти для аналізу й моделювання складних процесів.

Викладання фізики в умовах цифровізації повинне не лише передавати знання, а й навчати працювати з інформацією, формувати логічне мислення, критичні судження і наукову аргументацію [4].

У фахових коледжах, де формується професійна компетентність майбутніх фахівців, інтеграція ШІ відкриває нові можливості для персоналізації навчання, підвищення ефективності викладання та розвитку критичного мислення.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Аналіз методичної літератури та наукових досліджень показав, що найбільш активно проблему інтеграції штучного інтелекту у навчання досліджували О. Спін, Т. Вакалюк, С. Литвинова, О. Овчарук, В. Осадчий, О. Пінчук, О. Соколюк, М. Садовий та О. Трифонова, О.Г. Федоренко та О.О. Чала та ін. [1, 2, 4, 5]. Зокрема інтеграцію штучного інтелекту у навчання фізики розглянуто у роботах О. Федчишин та М. Яцишина, О. Кузьменко та І. Кобилянської [3].

Мета статті: обґрунтувати ефективність інтеграції технологій штучного інтелекту у навчання фізики в закладах фахової передвищої освіти, проаналізувати сучасні інструменти (Microsoft Copilot 365, Canva), визначити їх потенціал для персоналізації навчання, підвищення якості навчання та викладання та розвитку критичного мислення студентів; виявлення можливих ризиків надмірної технологізації, формування рекомендацій щодо педагогічного супроводу та поєднання цифрових і традиційних методів.

Виклад основного матеріалу дослідження. Сучасні освітні технології активно впроваджують штучний інтелект для оптимізації навчального процесу. Одним із найбільш потужних рішень є Microsoft Copilot 365, який інтегрується у популярні сервіси Microsoft (Word, PowerPoint, Excel, Teams, OneNote) та надає викладачам і студентам інтелектуальні інструменти для роботи з текстами, даними, презентаціями та комунікацією.

Microsoft Copilot 365 є потужним засобом для модернізації навчання фізики у закладах фахової передвищої освіти. Його використання дозволяє викладачам створювати сучасні інтерактивні матеріали, аналізувати дані, організовувати комунікацію та підтримувати студентів. Це робить навчальний процес більш ефективним, технологічним та цікавим.

Microsoft Copilot 365 дозволяє створювати навчальні матеріали у Word. За запитом до Copilot 365 викладач може використовувати автоматичну генерацію конспектів лекцій та тестів, також можливий адаптований переклад навчальних матеріалів українською мовою.

Засобами PowerPoint разом з Copilot 365 можливим є створення презентацій з ілюстраціями фізичних процесів, додавання анімацій для демонстрації руху тіл, хвильових явищ, електричних схем. Для прискорення створення презентацій за умов ліміту часу найкраще, на думку автора, є генерація дизайну (PowerPoint Designer) слайдів за ключовими словами (наприклад «Закони Ньютона», «Теплові процеси» та ін.). ШІ аналізує текст і запропонує макети з відповідними зображеннями, кольоровими схемами та стилями (рис. 1). Варто зазначити, що краще запити до ШІ формулювати англійською мовою.

Для обробки експериментальних даних та автоматичному створенні графіків залежностей фізичних величин зручно використовувати Excel + Copilot 365.

Також, на нашу думку, потужним засобом оцінювання рівня знань є Microsoft Forms + Copilot 365, оскільки викладач має можливість за короткий час згенерувати тести різних рівнів складності; встановити часові ліміти на проходження тесту, унеможливити багаторазове його проходження і швидко перевірити виконання.

Одним із популярних інструментів у роботі викладачів і студентів є сервіс Canva, який завдяки функціям ШІ дозволяє створювати професійні презентації, інтерактивні матеріали та візуалізації без спеціальних дизайнерських навичок. На нашу думку, найкращою можливістю на сервісі Canva завдяки функціям ШІ є AI-генерація зображень (Magic Media). За допомогою Magic Media можна генерувати постери або ілюстрації до тем.

Тож, однозначно застосування ШІ в роботі викладача беззаперечно може знизити навантаження і оптимізувати роботу, забезпечити об'єктивне оцінювання

знань студентів, зменшуючи суб'єктивний фактор. Оскільки ШІ дозволяє адаптувати навчальні матеріали до індивідуальних потреб студента, враховуючи його темп засвоєння, стиль мислення та рівень підготовки.

Проте бездумне використання ШІ в навчанні може нашкодити як авторитету викладача, так і знанням студента. Розглянемо для прикладу тест для контролю знань (рис. 2) з теми «Динаміка твердого тіла», запропонована Copilot 365 і оформлена для друку у Word.

Тест: Динаміка твердого тіла

1. Що описує момент інерції твердого тіла?

- A. Силу, що діє на тіло.
- B. Здатність тіла чинити опір обертанню.

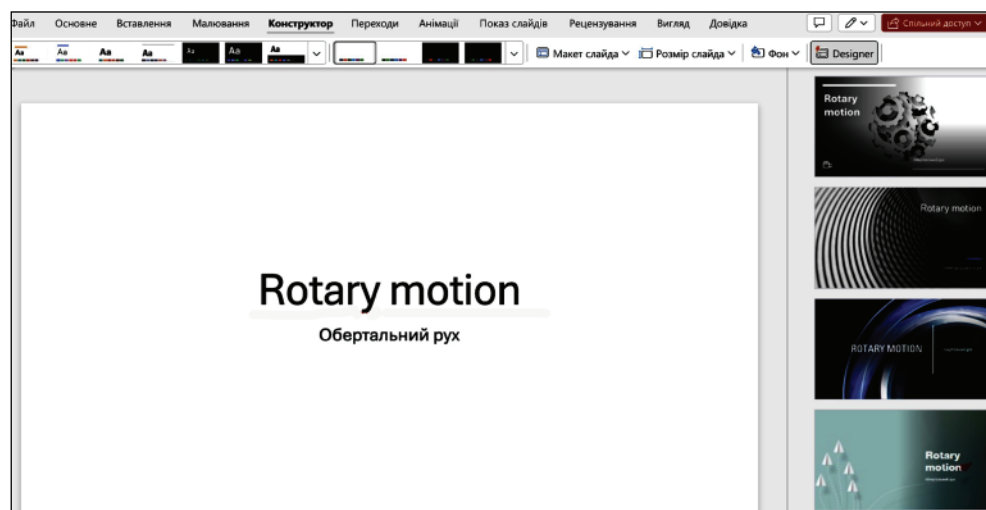


Рис. 1. Створення презентації з використанням PowerPoint Designer

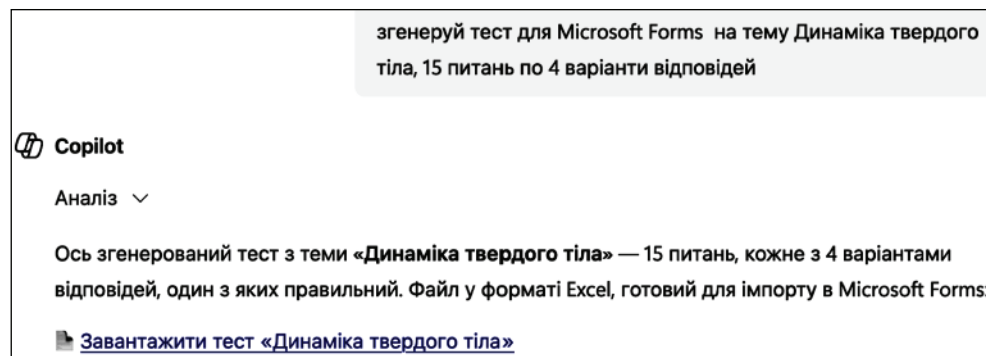


Рис. 2. Запит на генерацію тесту

- C. Швидкість обертання тіла.
D. Маса тіла.
2. Яка формула визначає момент сили?
A. $F = ma$.
B. $M = F \times r$.
C. $p = mv$.
D. $W = F \times d$.
3. Що є умовою рівноваги твердого тіла?
A. Сума всіх сил дорівнює нулю.
B. Сума всіх моментів сил дорівнює нулю.
C. Тіло рухається рівномірно.
D. Тіло має постійну масу.
4. Який вектор перпендикулярний до площини обертання?
A. Вектор сили.
B. Вектор швидкості.
C. Вектор моменту імпульсу.
D. Вектор переміщення.
5. Що таке центр мас тіла?
A. Точка, де маса тіла максимальна.
B. Точка, де зосереджена вся маса тіла умовно.
C. Точка, де тіло обертається.
D. Точка, де діє сила тяжіння.
6. Яка одиниця вимірювання моменту сили?
A. Ньютон.
B. Джоуль.
C. Ньютон-метр.
D. Кілограм.
7. Що визначає кутове прискорення?
A. Зміну швидкості.
B. Зміну кутової швидкості.
C. Зміну положення.
D. Зміну маси.
8. Яка формула для моменту імпульсу?
A. $L = I\omega$.
B. $L = mv$.
C. $L = F \times r$.
D. $L = ma$.
9. Що таке момент сили відносно точки?
A. Сила, що діє на тіло.
B. Добуток сили на плечі від точки.
C. Швидкість тіла.
D. Маса тіла.
10. Який закон описує обертальний рух тіла?
A. Закон Ньютона.
B. Закон Архімеда.
C. Закон моменту імпульсу.
D. Закон Паскаля.
11. Що таке інерція?
A. Здатність тіла змінювати напрям руху.
B. Здатність тіла зберігати стан спокою або рівномірного руху.
C. Здатність тіла обертатися.
D. Здатність тіла змінювати масу.
12. Яка формула для кутової швидкості?
A. $\omega = \theta / t$.
B. $\omega = v / r$.
C. $\omega = F / m$.
D. $\omega = a / t$.
13. Що визначає момент інерції?
A. Маса тіла.
B. Розподіл маси відносно осі обертання.
C. Швидкість тіла.
D. Силу, що діє на тіло.
14. Який напрям моменту сили?
A. В напрямку сили.
B. Перпендикулярно до площини сили і плеча.
C. В напрямку плеча.
D. В напрямку переміщення.
15. Що таке обертальний рух?
A. Рух по прямій.
B. Рух навколо осі.
C. Рух з прискоренням.
D. Рух з постійною швидкістю.
- Як бачимо викладачу варто перевірити тест перед тим, як видавати його студентам. І для цього є ряд важливих причин:
- Можливо необхідне редагування тесту (помилки в словах, некоректні маркування варіантів відповідей тощо).
 - Деякі питання можуть бути сформульовані некоректно, неоднозначно або надто складно.
 - Варіанти відповідей можуть містити помилки, дублювання або не мати правильних відповідей.
 - Варто уточнювати правильні відповіді, оскільки вони можуть не відповідати навчальній програмі.
 - Тест може бути надто складним або надто легким для конкретної групи.
 - Викладач може додати або прибрати питання, щоб забезпечити диференціацію завдань за рівнями знань студентів.
 - Уникнення повторів однакових питань або варіантів та виявлення можливих логічних суперечностей між питаннями.
 - Відповідність навчальній програмі.
- Використання викладачами і студентами генеративного ШІ на кожному етапі навчання дозволяє формувати гіпотези, аналізувати варіанти вирішення задач, моделювати сценарії експериментів. Проте ШІ може генерувати помилки у формулюваннях, тому варто проводити верифікацію отриманої інформації.
- Варто також інтегруючи ШІ в навчання фізики враховувати і психологічні чинники. Оскільки інтеграція штучного інтелекту в освітній процес змінює не лише методику навчання, а й психологічні аспекти навчання. Адаптивні платформи на основі ШІ оптимізують подачу матеріалу, зменшуючи надмірне навантаження і це сприяє глибшому розумінню фізичних явищ та процесів. Проте їх використання може знизити мотивацію до навчання, якщо студенти не мають потреби в самостійному мисленні чи дослідженні. На заняттях з фізики часто виникає потреба колективного обговорення, спільного вирішення задач, участі в експериментах. І використання ШІ не повинно витіснити ці форми взаємодії, а навпаки – доповнювати їх.

Інтеграція генеративного ШІ у методику навчання фізики сприяє зацікавленості студентів, глибшому усвідомленню наукових принципів, і це доводиться численними дослідженнями українських вчених [8]. Водночас важливо навчати студентів мислити критично і перевіряти результати та розуміти межі застосування ШІ-інструментів [6].

Висновок. Інтеграція ШІ у навчання фізики ЗФПО є ефективним засобом модернізації освітнього процесу. Вона сприяє формуванню ключових та фахових компетентностей студентів, активізує їхню пізнавальну діяльність та забезпечує глибше розуміння фізичних явищ. Для успішної реалізації інтеграції ШІ у навчання фізики ЗФПО необхідно забезпечити технічну підтримку та підвищення кваліфікації викладачів. Подальші дослідження питання вбачаємо в оцінці довгострокового впливу ШІ на якість навчання та на професійну підготовку студентів ЗФПО.

Список використаних джерел:

1. Баник А., Штимак А. Використання ШІ для візуалізації освітнього контенту. *Освіта. Інноватика. Практика*. УжНУ, 2023. 11 (10), С. 84–89. DOI: <https://doi.org/10.31110/2616-650X-vol11i10-012>
2. Когут О.І., Кривокульський Л.Є., Німко Н.М. Цифрові інструменти для впровадження STEM-освіти: методичний посібник. Тернопіль: ТАЙП, 2023. 101 с. URL: https://drive.google.com/file/d/1EDteaSVwUSBuVloF8O4ofkQGnAxJab_/view?usp=sharing (дата звернення 25.10.2025 р.).
3. Кузьменко О., Кобилянська І. Використання ШІ в навчанні фізико-технічних дисциплін в контексті STEM. *ПедБез*. 2024. Вип. 9, № 2. С. 64–69. DOI: <https://doi.org/10.31649/2524-1079-2024-9-2-064-069>
4. Морзе Н.В., Бойко М.А., Струтинська О.В., Смирнова-Трибульська Є.М. Якою має бути цифрова компетентність вчителів у галузі використання штучного інтелекту? *Електронне наукове фахове видання "ВІДКРИТЕ ОСВІТНЄ Е-СЕРЕДОВИЩЕ СУЧАСНОГО УНІВЕРСИТЕТУ"*, (16). С. 76–91. DOI: <https://doi.org/10.28925/2414-0325.2024.166>
5. Садовий М.І., Трифонова О.М. Методика відповідального використання штучного інтелекту в закладах освіти. *Наукові записки. Серія: Проблеми природничо-математичної, технологічної та професійної освіти*. 2025. № 2. С. 99–105. DOI: <https://doi.org/10.32782/cusu-pmtp-2025-2-11>
6. Січко Т., Зелінська О., Афанасьєва Д. Вища освіта в епоху штучного інтелекту: можливості та виклики. *Herald of Khmelnytskyi National University. Technical Sciences*, 347(1). ХНУ, 2025. С. 314–319. DOI: <https://doi.org/10.31891/2307-5732-2025-347-41> (дата звернення 10.10.2025 р.).
7. Шишкіна М.П., Коваленко В.В. Про хід та результати досліджень, проведених в інституті цифровізації освіти НАПН України, щодо використання штучного інтелекту в середній освіті. *Вісник Національної академії педагогічних наук України*, 6 (2), 1–6. За матеріалами наукової доповіді на засіданні Президії Національної академії педагогічних наук України, 17 жовтня 2024 р. DOI: <https://doi.org/10.37472/v.naes.2024.6217>
8. Юрченко А., Хворостіна Ю., Шамоля В., Семеніхіна О. Цифрові технології у викладанні фізики: аналіз існуючих практик. *Фізико-математична освіта*. СумДУ, 2023. Том 38, № 5, С. 53–59. DOI: <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2023-038-5-008>

Andriy BEVZ¹, Anna BEVZ²

¹Volodymyr Vynnychenko Central Ukrainian State University

²Economically Autonomous Structural Subdivision

Kropyvnytskyi Engineering Applied College at Central Ukrainian National Technical University

INTEGRATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE INTO PHYSICS EDUCATION IN PROFESSIONAL PRE-HIGHER EDUCATION COLLEGES

Abstract. The article examines the integration of artificial intelligence (AI) technologies into physics education in professional pre-higher education institutions. It reviews the historical stages of digital technology implementation in physics teaching and highlights the modern capabilities of generative AI. The advantages of using tools such as Microsoft Copilot 365, Canva, and other platforms for creating educational materials, tests, presentations, and visualizations are substantiated. AI's potential for personalized learning, improving teaching efficiency, and fostering critical thinking among students is emphasized. The paper also outlines risks related to excessive reliance on technology and stresses the need for pedagogical support and a balanced combination of digital tools with traditional methods. The study concludes that AI integration effectively modernizes the educational process and recommends further research on its long-term impact on learning quality and professional training.

Key words: artificial intelligence, physics, digitalization, generative technologies, Microsoft Copilot, Canva, personalized learning, testing, adaptive systems, competencies.

References:

1. Banyk A., Shtymak A. Vykorystannia ShI dlia vizualizatsii osvitnoho kontentu. *Osvita. Innovatyka. Praktyka*. UzhNU, 2023. 11(10), S. 84–89. DOI: <https://doi.org/10.31110/2616-650X-vol11i10-012>
2. Kohut O.I., Kryvokulskyi L.Ye., Nimko N.M. Tsyfrovi instrumenty dlia vprovadzhennia STEM-osvity: metodychnyi posibnyk. Ternopil: TAIP, 2023. 101 s. URL: https://drive.google.com/file/d/1EDteaSVwUSBuVloF8O4ofkQGnAxJab_/view?usp=sharing
3. Kuzmenko O., Kobylianska I. Vykorystannia ShI v navchanni fizyko-tekhnichnykh dystsyplin v konteksti STEM. *PedBez*. 2024. Vyp. 9, № 2. S. 64–69. DOI: <https://doi.org/10.31649/2524-1079-2024-9-2-064-069>
4. Morze N.V., Boiko M.A., Strutynska O.V., Smyrnova-Trybulska Ye.M. Yakoiu maie buty tsyfrova kompetentnist vchyteliv u haluzi vykorystannia shtuchnoho intelektu? *Vidkryte osvittie e-seredovyshe suchasnoho universytetu*, (16). S. 76–91. DOI: <https://doi.org/10.28925/2414-0325.2024.166>
5. Sadovyi M.I., Tryfonova O.M. Metodyka vidpovidalnoho vykorystannia shtuchnoho intelektu v zakladyakh osvity. *Naukovi zapysky. Seriya: Problemy pryrodnycho-matematichnoi, tekhnolohichnoi ta profesiinoi osvity*. 2025. № 2. S. 99–105. DOI: <https://doi.org/10.32782/cusu-pmtp-2025-2-11>
6. Sichko T., Zelinska O., Afanasieva D. Vyscha osvita v epokhu shtuchnoho intelektu: mozhlyvosti ta vyklyky. *Herald of Khmelnytskyi National University. Technical Sciences*, 347(1). KhNU, 2025. S. 314–319. DOI: <https://doi.org/10.31891/2307-5732-2025-347-41>
7. Shyshkina M.P., Kovalenko V.V. Pro khid ta rezultaty doslidzhen shchodo vykorystannia shtuchnoho intelektu v serednii osviti. *Visnyk Natsionalnoi akademii peda-*

hohichnykh nauk Ukrainy, 6 (2), 1–6. DOI: <https://doi.org/10.37472/v.naes.2024.6217>

8. Yurchenko A., Khvorostina Yu., Shamonina V., Semenikhina O. Tsyfrovi tekhnolohii u vykladanni fi-

zyky: analiz isnuichykh praktyk. *Fizyko-matematychna osvita*. SumDU, 2023. Tom 38, № 5, S. 53–59. DOI: <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2023-038-5-008>

Отримано: 29.10.2025

УДК 373.5.091:512/517

DOI: 10.32626/2307-4507.2025-31.187-191

Микола БОСОВСЬКИЙ¹, Павло ІВАНЕНКО²

^{1,2}Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького

e-mail: ¹bosovsky@vu.edu.ua; ²ivanenko.pav@gmail.com;

ORCID: ¹0000-0001-7335-0034; ²0009-0008-8233-6072

ФОРМУВАННЯ МАТЕМАТИЧНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ В ПІДРУЧНИКАХ АЛГЕБРИ ТА ПОЧАТКІВ АНАЛІЗУ ДЛЯ ПРОФІЛЬНОЇ ШКОЛИ: ТЕМАТИКО-КОМПЕТЕНТІСНИЙ АНАЛІЗ

Анотація. У статті проведено аналіз реалізації компетентнісного підходу у різних темах підручників з алгебри та початків аналізу для профільної школи. Під час аналізу було виявлено та показано, що зміст програм для поглибленого вивчення математики потребує оновлення та вдосконалення з огляду на сучасні освітні стандарти. Провівши компетентнісно-тематичний аналіз різних підручників, виявлено, що більшість підручників орієнтовані на репродуктивну діяльність; завдання прикладного, міждисциплінарного й дослідницького характеру недостатньо висвітлені. Тому зробивши висновок, пропонуються напрямки та методи вдосконалення змісту навчальних підручників через впровадження проєктної діяльності, ситуаційних та практичних завдань, а також застосування цифрових ресурсів. Така робота гарантує підвищення ефективності навчання математики та формуванню ключових компетентностей.

Ключові слова: компетентнісний підхід, профільна школа, математична компетентність, міждисциплінарність, проєктна діяльність, цифрові технології, навчальні підручники, алгебра і початки аналізу.

Постановка проблеми. Програми, запропоновані для поглибленого вивчення у старших класах загальноосвітньої школи, є складними не лише за змістом вивчення, а й за рівнем засвоєння. Період навчання у старших класах супроводжується додатковим тиском, оскільки на плечі учнів лягає підготовка до національного мультимедійного тесту (НМТ), результати якого є визначальними для вступу до закладу вищої освіти.

Тому поглиблене вивчення таких наук як алгебра та початки аналізу у профільній школі має низку ключових проблем, що ускладнюють їх вивчення. Серед них можна виділити: складність сприйняття абстрактних понять, таких як границі, похідні чи інтеграли; прогалини у навчанні із попередніх років; недостатній рівень мислення; брак інноваційних технологій, а також готовність вчителів до викладання таких дисциплін.

Однак, деякі проблеми розглянуті вище, постають через брак хорошого підручника. Адже серцем навчального процесу завжди буде література, а саме підручник, який допомагає не лише учням у навчанні, а й вчителям під час підготовки до занять.

Навчальний підручник визначає зміст, логіку та методи подання матеріалу. Тому важливим аспектом є не лише декларування компетентнісного підходу у державних стандартах і програмах, а втілення його у змісті підручників, які є помічниками у навчанні.

У сучасному світі, проводячи системний аналіз шкільної літератури, ми маємо дефіцит досліджень підручників з математики для поглибленого рівня. Тінь падає на поглиблений аналіз конкретних тем, а саме похідні чи інтеграли. Ці та інші теми повинні мати високий потенціал формування математичної компетентності, але постійно викликають труднощі в учнів під час їх вивчення.

Компетентнісний підхід базується на базових потребах. Повинна бути чітко розподілена міждисциплі-

нарність, наявні задачі, які будуть осучаснені та відповідати професійним ситуаціям, поділені на різні рівні складності, а також поєднувані з цифровими графіками або моделями.

Аналіз актуальних досліджень. Протягом двох десятиліть педагогічною ідеологією був підручник, який відіграв важливу роль у навчальному контенті та був ключем до всіх дверей науки. З кожним роком змінюється структура та зміст навчання, а разом з ним і компетентнісний підхід у вивченні наук. Тому в умовах переходу до компетентнісно орієнтованого навчання досліджується зміст, структура та підхід до навчання у шкільних підручниках. Автори українських підручників математичного профілю, а саме А.Г. Мерзляк, Є.П. Нелін, Г.П. Бевз та інші спираються на те, що, вимоги до підручників мають навчити учнів не просто знати, а вміти застосувати у реальному житті.

Компетентнісний підхід цих підручників полягає у критеріях оцінювання та вказують на поетапне засвоєння матеріалу, застосовуючи його у прикладних задачах.

На жаль, автори, описуючи математичну компетентність, майже всю увагу зосереджують на методах та формують компетентності загалом. Тому аналізуючи дослідження цих авторів можна дійти висновку, що реалізації компетентнісного аналізу саме у змісті підручників алгебри та комплексного аналізу недостатньо. Іноді у наукових працях цих авторів можна зустріти аналіз завдань підручників, але загалом вони є базовими та однотипними.

Тому, навіть при конкурсному відборі, в першу чергу враховують зміст та структуру, наявність ілюстрацій та перевірки знань. Компетентності, які формують у процесі вивчення кожної теми, відходять на задній план. Це пов'язано з тим, що задачі загалом будуються на життєвому прикладі або самостійній діяльності.

Підручники алгебри і початку аналізу для профільного рівня повинні містити абстрактні поняття, підготовку до НМТ та вміння моделювати. Тому в таких підручниках повинен бути поглиблений комплексний аналіз через теми та завдання.

Мета статті – проаналізувати підручники алгебри та початків аналізу для профільної школи та дослідити сформованість математичної компетентності, зокрема аналіз структури та типів завдань, наявність міждисциплінарних і дослідницьких задач та оцінити відповідність підручників сучасним вимогам компетентнісного підходу.

Виклад основного матеріалу. У школах профільного рівня, навчання відбувається за допомогою спеціальних підручників, що відповідають програмам та стандартам. Серед усіх авторів великої популярності набувають такі авторські колективи, як Г.П. Бевз, М.І. Жалдак, Т.В. Колесник, А.Г. Мерзляк, О.С. Істер та інші. Підручники цих авторів рекомендовані Міністерством освіти і науки України та включені до переліку для використання в профільній школі.

Проаналізувавши підручники цих авторів можна стверджувати, що структура кожного підручника не відрізняється одна від одної. Кожна тема має вступну частину, яка містить мотиваційний елемент уроку або історичну пам'ятку. Блок, який містить теоретичний матеріал, наповнений описами, визначеннями, базовими прикладами та поясненнями до них. Практичний блок складається із завдань, які розраховані на різні рівні знань. Також сучасні підручники наділені блоком окремої рубрики для учнів, які хочуть знати більше.

Але обсяг та виклад матеріалу не впливає на компетентнісний підхід, він базується на характері завдань та їхньому поданні. У досліджуваних підручниках блок практичних завдань побудований на вправах, які розв'язуються за певним алгоритмом. Серед таких завдань можна виділити обчислення похідної або границі, розв'язування найпоширеніших рівнянь, іноді із застосуванням графіків. Зазвичай задачі прикладного змісту розміщуються в додатковому блоці для поглибленого рівня.

Серед цих пунктів дослідження окреме місце посідає застосування інноваційних технологій та недостатня візуалізація. На жаль, підручники практично не містять згадки про такі сервіси як GeoGebra, Desmos чи електронні графічні калькулятори. Але попри все сучасні підручники містять QR-коди або інтерактивні доповнення в електронній формі, які слугують допоміжним інструментом у навчанні.

Досліджуючи, можна дійти висновку, що підручники відповідають всім стандартам та забезпечують теоретичне підґрунтя, однак питання компетентнісного підходу реалізовано частково і вимагає кращого становища. Тому це питання вимагає поглибленого аналізу тем, який слугуватиме помічником у навчанні.

Розглянемо основні теми, які є найголовнішими, але водночас найскладнішими для учнів. Почнемо із комплексного потенціалу тем “Функції”, “Границі”, “Похідна”, які є ключовими у шкільному курсі математичного аналізу. Ці теми є підґрунтям у динамічних процесах та мають широке застосування в інших науках таких як фізика, економіка чи біологія. Вивчаючи ці теми, учні опановують такі компетентності, як здатність до аналізу, моделювання та прогнозу.

Підручники авторів мають однакову будову за тверджену Міністерством освіти та науки України. Алгоритм побудови полягає в тому, кожний підпункт теми пов'язаний між собою та доповнює один одного. Спочатку розглядається визначення границі числової послідовності та функції, правила обчислення границь, далі йде поняття похідної, правила знаходження похідних та похідна складеної функції, а наостанок застосування похідної при дослідженні функції та побудова графіків із використанням похідних.

Також кожна тема має логічну структуру викладу матеріалу, з ілюстраціями та прикладами. Розглядаючи теоретичну частину, можна дійти висновку, що загалом завдання є репродуктивними, тобто вимагають від учнів відтворити вже набуті знання, уміння та навички за певним зразком. Прикладом можуть слугувати завдання на побудову функції за допомогою похідної. Ці завдання є обов'язковими для закріплення навичок, але ситуаціях, які є складнішими, допомагають лише частково.

Компетентнісно орієнтовані завдання повинні давати не лише базові навички, а й передбачати роботу з реальними або змодельованими ситуаціями. Такий тип завдань можна зустріти у винесених рубриках для тих хто хоче знати більше. До прикладу, це за аналітично заданою функцією визначити час, за якого величина досягає максимуму.

Можна помітити, що автори недостатньо приділяють увагу міждисциплінарним зв'язкам з іншими науками, такими як фізика, економіка та інші. Сучасне покоління прагне до навчання з цифровими технологіями, тому використання різних ресурсів має бути збільшено.

Щоб підвищити компетентність у навчанні слід звернути увагу на ситуаційні або проєктні завдання, які будуть вимагати від учнів самостійності, критичного мислення та аналізування. Практично у всіх підручниках використовується QR-код до підсумків з теми, але сучасна освіта вимагає більшого. Враховуючи той фактор, що за певних обставин частині учнів доводиться отримувати освіту самостійно вдома, можна впровадити відео-пояснення до теоретичного матеріалу чи розв'язання певної вправи.

Ще одним пунктом компетентнісного підходу є формування у дітей рефлексивного мислення, тому варто внести завдання для аналізу помилок, пояснення вибору методу розв'язання.

При вивченні тем “Границі”, “Похідна” та “Функції” в учнів часто виникає низка питань, тому щоб полегшити їм навчання варто звернути увагу на виклад матеріалу та застосування компетентностей.

Закінчуючи вивчати попередні теми, учні переходять до вивчення понять первісної та означення інтеграла, що далі дає змогу побачити зв'язок між диференціюванням та інтегруванням. Розглядаючи ці теми учні підсумовують знання набуті раніше, а також переходять до накопичувальних величин, обчислення площ фігур, об'ємів тіл обертання.

Аналізуючи ці теми в підручниках, можна стверджувати, що виклад матеріалу є змістовним та послідовним. Означення введені чітко та супроводжуються геометричними та графічними інтерпретаціями. Тема має багато прикладів та розв'язків до них, що дає змогу учням детально розібратися. Такі завдання, як обчислення площ фігур чи об'ємів тіл, подаються у завданнях різного типу складності та мають чіткий алгоритм

розв'язання. Наявність завдань для перевірки знань та для самостійної роботи містять систематизовані вправи та допомагають зробити аналіз із вивченої теми.

Досліджуючи практичний блок можна натрапити на задачі із параметрами, що вимагає від учнів аналізу та вміння застосувати набуті знання. Ці завдання також допоможуть у розвитку вмінь аналізувати ситуацію та критично мислити, що в свою чергу, є елементом компетентнісного підходу.

Але попри таку кількість плюсів, можна виділити і мінуси. Насамперед, попри наявність елементів компетентнісного підходу, формування самої математичної компетентності є обмеженим. Причиною є домінування шаблонних завдань та практично відсутність міждисциплінарного і цифрового змісту.

Кожне завдання має стандартне формулювання, життєві чи професійні задачі практично відсутні. Такі завдання, як обчислення площ чи об'ємів фігур, мають стандартне формулювання, а тому часто викликають небажання їх виконувати. Альтернативою може стати використання задач пов'язаних із будівництвом, проектуванням чи технічними процесами. Такий підхід повинен мотивувати та зацікавлювати учнів під час навчання. Демонстрація завдань на прикладі застосування в інших науках дасть чітку картинку учням щодо застосування їх у реальному житті.

Також, як і попередній розглянутій темі, питання цифрового простору займає особливе місце. Сучасний світ змінюється, а тому виклад матеріалу теж потребує змін. Теми "Інтеграл" та "Первісна" вимагають візуалізації, а саме використання різних програм таких, як GeoGebra, Desmos, та інші. На жаль, не кожен може уявити проектування чи як змінюються площа або об'єм при зміні параметра. А тому це стає проблемою, знижує бажання та мотивацію учнів.

Тому варто звернути увагу на кількість задач прикладного змісту, додати задачі життєвого змісту та звернути увагу на інтерактивні технології. Такий компетентнісний підхід допоможе не лише учням у навчанні, а й викладачам у викладанні, оскільки сприятиме формуванню знань, умінь та навичок, які необхідні для вирішення задач різного рівня складності.

Продовженням поглибленого вивчення математики є тема "Показникові, логарифмічні та степеневі функції", яка охоплює багато як простих так і складних процесів. Ця тема також займає особливе місце за наявністю предметних та ключових компетентностей, серед яких можна виділити прикладні та міждисциплінарні зв'язки. Тому важливо на заняттях не просто розглянути як предмет обчислення, а показати головну їхню роль у реальному житті.

Ця тема, як і попередні, починається з основного викладу матеріалу: означення та властивості функцій, їхні графіки та елементарні приклади задач із розв'язанням. Але все таки, можна виділити кілька особливих пунктів, серед яких перші з місць посідають графічна подача матеріалу та введення задач через реальні процеси. Теоретичний матеріал подається через таблиці та графіки, а практична частина має ознайомлювальний характер із застосуванням професійних та життєвих задач.

Однак, для цієї теми не вистачає проектних завдань, де учень може самостійно дослідити та аналізувати життєву задачу. Таким прикладом може стати дослі-

дження зростання населення чи бактерій, або радіоактивний розпад речовини. Знову ж таки постає проблема цифрової візуалізації, оскільки ця тема потребує уяви та аналізу. Показ певних прикладів або завдань за допомогою програм, які можуть спростити та зекономити час.

Тому пропонується наповнити підручники задачами, які будуть містити реальні цифрові дані, такі як об'єм продажу, рівень інфляції, тощо. Не відокремлюємо і той факт, що задачі із поєднанням інших наук, таких як фізика, біологія чи економіка, зробить процес навчання цікавішим. А також розробка проектів чи досліджень сформує пазл про застосування цієї теми у реальному світі.

Успішне вивчення цієї теми формує в учнів вміння бачити закономірності у процесах зростання та спадання. А продовжити формувати функціональне мислення допоможе наступна тема "Тригонометричні функції та рівняння". Компетентнісний підхід цієї теми полягає в моделюванні циклічних змін, а також логічне та практичне осмислення залежностей.

Досліджуючи цю тему в різних підручниках можна виділити як позитивні так і негативні сторони. Серед позитивного можна виділити застосування набутих умінь і навичок в попередніх темах, а саме поняття синусу, косинусу, тангенса, котангенса та їх графіки. Також вивчення періодичних функцій здійснюється за допомогою графічного методу, великої різноманітності вправ на рівняння та нерівності та використання одиничного кола як моделі для пояснення тригонометричних функцій.

Попри чіткий виклад матеріалу, компетентнісний підхід реалізовано частково. Підручники потребують більше завдань на моделювання реальних періодичних процесів чи задач, які містять синусоїдальний характер. Знову ж таки тема цифрових технологій потребує більшої уваги та застосування як у підручниках, так і на уроках. І хоча практичний блок містить задачі прикладного змісту, проблема в тому, що вони мають однакову структуру розв'язання. Тому варто включити задачі поглибленого рівня, які мають нестандартну будову розв'язання. Знову ж таки застосування проектів або досліджень допоможуть краще зрозуміти та аналізувати певні напрямки.

Тому тема "Тригонометричні функції та рівняння" попри позитивні сторони бажає удосконалення. Вироблення акценту на застосуванні математичних моделей сприятиме мотивації учнів та розвитку цілісного математичного світосприйняття.

Найзагадковішою темою серед всіх постає "Комбінаторика та елементи теорії ймовірностей", яка зачаровує своєю логікою та задачами прикладного змісту. Подана тема зазвичай є завершальною в програмі профільного рівня. Під час вивчення даної теми учні опановують не просто навички логічного мислення чи прогнозування, а розвивають інтуїцію та вчать приймати рішення в умовах невизначеності.

Підручники містять достатнього теоретичного матеріалу, який складається з усіх важливих аспектів таких як означення, комбінаторні формули, елементарні події та схеми експериментів. Структура подання матеріалу є логічною та супроводжується великою кількістю вправ. Особливістю практичної частини є використання сюжетних задач та поодиноких прикладів із життя, які в свою чергу мотивують учнів до навчання.

Але попри такий позитивний аспект, увага учнів зосереджена на обчисленні за готовими формулами, тоді як життєві ситуації не завжди матимуть такий сценарій розвитку подій. Дуже часто розвиток інтуїції закінчується на тому, що учні звикають до однотипних завдань, а в свою чергу не зацікавлюють учнів через зв'язок із реальним життям.

Вирішенням таких проблем може бути включення задач заснованих на реальних подій. Прикладом можуть бути різні соціальні опитування, вибір персоналу чи гравців або гра у лотереях. Ці задачі в свою чергу можна запровадити у дослідницькі проекти, які в свою чергу мотивуватимуть учнів. Застосування програм, таких як Google Sheets або Python-бібліотеки, допоможе у статистичному аналізі. Ну і звичайно інтегрування міжпредметного змісту зробить значний внесок у вивченні цієї теми, оскільки розрахунки в різних галузях наук слугуватиме компетентнісним підходом і для них.

Таким чином, тема комбінаторики слугує розвитку логічного, критичного та статистичного мислення, а правильний виклад матеріалу з використанням компетентнісного підходу зробить його більш успішним.

Теми, які розглядалися раніше, утворюють блок шкільної програми з математики. Однак, у курсі алгебри та початків аналізу є тема, яка перевертає математичний світогляд. Ця тема носить назву “Комплексні числа”. Вивчення цієї теми дозволяє учням узагальнити поняття числа та побачити що, будь-яке рівняння може подолати обмеження у множині розв'язків.

Гортаючи сторінки підручників, комплексні числа є стислою, або взагалі не розглядається. Загалом автори вводять поняття уявної одиниці, алгебраїчну й геометричну форму подання комплексного числа та вивчення основних операцій. Практична частина має базові завдання на застосування формул.

Ця тема потребує теоретичного розширення, оскільки практичний зміст не орієнтований на формування компетентностей. Задачі розглядаються на базовому рівні та не мають прикладів практичного застосування комплексних чисел в інших галузях. Ця тема практично не містить розробки проєктів чи досліджень, а тому учні мають туманне уявлення застосування у реальному житті. Цифрові інструменти практично не використовуються, що в свою чергу погіршують мотивацію.

Іншими словами комплексні числа подано ізольовано, залишаючи малий відсоток зацікавленості. Щоб покращити цю ситуацію авторам варто звернути увагу приклади прикладного застосування, показувати зв'язок з іншими галузями, такими як фізика, інформатика чи інженерія. Також однією із ідей є завдання на історико-наукового аналізу.

Тема “Комплексні числа” потребує вдосконалення як теоретичного, так і практичного змісту. Адже вона розвиває абстрактне, логічне та критичне мислення, дає уявлення про різносторонність математики та її застосування у житті.

Висновки та перспективи подальших наукових розвідок. Проводячи аналіз даного дослідження вдалося виявити реалізацію компетентнісного підходу у шкільних підручниках профільного рівня. Аналізуючи теми “Границі”, “Похідні”, “Інтегралі”, “Тригонометричні, показникові, логарифмічні та степеневі функції”, “Елементи комбінаторики та теорії ймовірностей” і “Комплексні числа” дійшли висновку,

що підручники загалом відповідають стандартам, мають логічну структуру викладу матеріалу та диференційовані завдання.

Водночас, розглядаючи теми з точки зору компетентнісного підходу, більшість підручників недостатньо реалізовані та потребують вдосконалення. Зокрема, вони недостатньо підтримують ініціативність, критичне мислення та комунікабельність, що є базовими у навчанні. Авторам підручників варто звернути увагу від репродуктивного підходу на компетентнісний, який в свою чергу надає критичне мислення, варіативність мислення та міждисциплінарність.

Список використаних джерел:

1. Бібік Н.М., Ващенко Л.С., Савченко О.Я. та ін. Компетентнісний підхід: рефлексивний аналіз застосування. *Компетентнісний підхід у сучасній освіті: світовий досвід та українські перспективи*: кол. монографія. Київ: К.І.С., 2004.
2. Бех І.Д. Компетентнісний підхід у сучасній освіті. Вища освіта. Київ: Гнозис, 2009.
3. Буркова Л.В. Генеза компетентнісного підходу. *Наукові записки Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського*. 2010. Вип. 30. С. 10–16.
4. Глузман Н.А. Методико-математична компетентність майбутніх учителів початкових класів: монографія. Київ: Вища школа, 2010.
5. Заболотний В.Ф. Формування методичної компетентності учителя фізики засобами мультимедіа: монографія. Вінниця: Едельвейс, 2009.
6. Луговий В.І. Запровадження компетентнісного підходу у вищій освіті – вимога часу. *Сучасні навчальні заклади*. Київ, 2010.
7. Муранова Н.П. Компетентнісний підхід як теоретичне підґрунтя фізико-математичної підготовки старшокласників до навчання в технічному університеті. *Актуальні проблеми вищої професійної освіти України*. Київ: НАУ, 2012.
8. Савченко О.Я. Уміння вчитися як ключова компетентність загальної середньої освіти. *Компетентнісний підхід у сучасній освіті: світовий досвід та українські перспективи* / під заг. ред. О.В. Овчарук. Київ: К.І.С., 2014.
9. Скворцова С.О. Професійна компетентність вчителя: зміст поняття. *Наука і освіта*. 2009. № 10. С. 93–96.
10. Тарасенкова Н.А., Богатирьова І.М., Коломієць О.М., Сердюк З.О. Засоби перевірки математичної компетентності в основній школі. *Science and education a new dimension*. Budapest: SCASPEE, 2015. III (26), Issue 71. P. 21–25.
11. Тарасенкова Н.А., Акуленко І.А., Лов'янова І.В., Сердюк З.О. Організація навчання математики у старшій профільній школі: монографія. Черкаси: Видавець ФОП Гордієнко, 2017.

Mykola BOSOVSKYI, Pavlo IVANENKO

Bohdan Khmelnytskyi National University of Cherkasy

FORMATION OF MATHEMATICAL COMPETENCE IN ALGEBRA AND INTRODUCTORY ANALYSIS TEXTBOOKS FOR SPECIALIZED SCHOOLS: A THEMATIC AND COMPETENCE-BASED ANALYSIS

Abstract. This article explores the implementation of the competence-based approach in various topics of *Algebra and Introductory Analysis* textbooks for specialized schools. The analysis revealed that the content of

programs for advanced mathematics study requires updating and improvement in accordance with modern educational standards. A thematic and competence-based analysis of several textbooks showed that most of them are oriented toward reproductive learning activities, while tasks of applied, interdisciplinary, and research nature are insufficiently represented. Therefore, directions and methods for improving the content of educational textbooks are proposed through the integration of project-based learning, situational and practical tasks, as well as the use of digital resources. Such an approach ensures higher effectiveness of mathematics education and contributes to the development of key competencies.

Key words: competence-based approach, specialized school, mathematical competence, interdisciplinarity, project-based learning, digital technologies, educational textbooks, algebra and introductory analysis.

References:

1. Bibik N.M., Vashchenko L.S., Savchenko O.Ya. ta in. Kompetentnisnyi pidkhid: refleksyivnyi analiz zastosuvannya. *Kompetentnisnyi pidkhid u suchasni osviti: svitovyi dosvid ta ukraiynski perspektyvy*: kol. monohrafiia. Kyiv: K.I.S., 2004.
2. Bekh I.D. Kompetentnisnyi pidkhid u suchasni osviti. *Vyshcha osvita*. Kyiv: Hnozy, 2009.
3. Burkova L.V. Geneza kompetentnisnogo pidkhodu. *Naukovi zapysky Vinnytskoho derzhavnogo pedahohichnogo universytetu imeni Mykhaila Kotsiubynskoho*. 2010. Vyp. 30. S. 10–16.
4. Hluzman N.A. *Metodyko-matematychna kompetentnist maibutnikh uchyteliv pochatkovykh klasiv: monohrafiia*. Kyiv: Vyshcha shkola, 2010.
5. Zabolotnyi V.F. Formuvannia metodychnoi kompetentnosti uchytelia fizyky zasobamy multymedia: monohrafiia. Vinnytsia: Edelveis, 2009.
6. Luhovy V.I. Zaprovdzhennia kompetentnisnogo pidkhodu u vyshchii osviti – vymoha chasu. *Suchasni navchalni zaklady*. Kyiv, 2010.
7. Muranova N.P. Kompetentnisnyi pidkhid yak teoretychne pidgruntia fizyko-matematychnoi pidhotovky starshoklasnykiv do navchannia v tekhnichnomu universyteti. *Aktualni problemy vyshchoi profesiinoi osvity Ukrainy*. Kyiv: NAU, 2012.
8. Savchenko O.Ya. Uminnia vchytysia yak kliuchova kompetentnist zahalnoi serednoi osviti. *Kompetentnisnyi pidkhid u suchasni osviti: svitovyi dosvid ta ukraiynski perspektyvy* / pid zah. red. O.V. Ovcharuk. Kyiv: K.I.S., 2014.
9. Skvortsova S.O. Profesiina kompetentnist vchytelia: zmist poniattia. *Nauka i osvita*. 2009. № 10. S. 93–96.
10. Tarasenkova N.A., Bohatyrova I.M., Kolomiets O.M., Serdiuk Z.O. Zasoby perevirky matematychnoi kompetentnosti v osnovnii shkoli. *Science and education a new dimension*. Budapest: SCASPEE, 2015. III (26), Issue 71. P. 21–25.
11. Tarasenkova N.A., Akulenko I.A., Lovianova I.V., Serdiuk Z.O. Orhanizatsiia navchannia matematyky u starshii profilnii shkoli: monohrafiia. Cherkasy: Vydavets FOP Hordiienko, 2017.

Отримано: 1.10.2025

УДК 373.5.091.3:53]:004+005.336.2

DOI: 10.32626/2307-4507.2025-31.191-195

Іван ГАЙДАКА

Волинський національний університет імені Лесі Українки

e-mail: igodrik@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-4290-2962>

ІКТ ЯК ЗАСІБ ФОРМУВАННЯ ЦИФРОВОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ ЗДОБУВАЧІВ ОСВІТИ У НАВЧАННІ ФІЗИКИ

Анотація. Стаття присвячена дослідженню актуального науково-педагогічного завдання – формуванню цифрової компетентності здобувачів освіти закладів загальної середньої освіти у процесі вивчення фізики засобами ІКТ, що є пріоритетом у контексті цифрової трансформації (DigComp 2.2). Цифрова компетентність тлумачиться широко, включаючи критичне, відповідальне та етичне використання технологій, а не лише технічні навички.

Фізика як експериментально-дослідницька наука має найбільший потенціал для діяльнісного розвитку цих навичок. Обґрунтовано потребу адаптації навчання до когнітивних особливостей покоління Z (кліпове мислення, потреба у візуалізації та швидкому зворотньому зв'язку).

Запропоновано ключові підходи: BYOD та змішане навчання (використання датчиків смартфонів для збору експериментальних даних; активна цифрова діяльність (аналіз даних у табличних редакторах під час лабораторних робіт); хмароорієнтовані сервіси (для індивідуалізації та забезпечення формувального зворотного зв'язку); комплексна інтеграція ІКТ модернізує навчання та формує в учнів системні навички самостійного дослідження та критичного мислення, що є запорукою їхньої конкурентоздатності у цифрову добу.

Ключові слова: заклад загальної середньої освіти, здобувачі освіти, фізика, цифрова компетентність, інформаційно-комунікаційні технології, методика навчання

Цифрова трансформація суспільства кардинально змінює вимоги до особистості ХХІ століття. Відповідно, одним із пріоритетних напрямів оновлення змісту загальної середньої освіти стає розвиток цифрової компетентності. Цифрова компетентність – це здатність вміти використовувати цифрові медіа й інформаційно-комунікаційні технології (ІКТ), розуміти і критично оцінювати різні аспекти цифрових медіа і медіа контенту, а також уміти ефективно комунікувати у різноманітних

контекстах [1]. Цифрова компетентність займає ключове місце в системі професійних та загальних компетентностей, є основою для професійного становлення в будь-якій галузі діяльності. Цифрова компетентність визнана однією з восьми ключових компетентностей для навчання впродовж життя Lifelong Learning (LLL) у країнах Європейського Союзу. Вона визнана стратегічною метою не лише на національному, а й на європейському рівні, і тлумачиться як «впевнене, критичне і відпові-

дальнє використання та взаємодія з цифровими технологіями для навчання, професійної діяльності (роботи) та участі у житті суспільства» [9]. Вона також визначається як «динамічна комбінація знань, умінь, навичок, способів мислення, поглядів, інших особистих якостей у сфері інформаційно-комунікаційних та цифрових технологій, що визначає здатність особи успішно соціалізуватися, провадити професійну та/або подальшу навчальну діяльність із використанням таких технологій» [6].

Проблематика формування цифрової компетентності та використання ІКТ в освіті активно досліджується вітчизняними та зарубіжними науковцями в різних контекстах: Дж. Коатс (Coates J.) [8] досліджувала концепцію стилів навчання різних поколінь, акцентуючи на зміні педагогічної парадигми: від трансляції знань до фасилітації розвитку і особливостях сприйняття навчального контенту молоддю в цифрову добу. О. Струтинська [7] аналізувала особливості сучасного покоління учнів і студентів, акцентуючи на впливі цифрових технологій на їхні мотиваційні чинники, способи мислення, а також на потенційних ризиках цифрового середовища (безпека дітей в інтернеті). Н. Грицак та О. Ісаєва [3] досліджували психофізіологічні та когнітивні характеристики сучасної молоді (покоління Z), зокрема феномен кліпового мислення та подали практичні педагогічні поради для оптимізації освітнього процесу. В. Заболотний, І. Слободянюк та Н. Мислицька [4] наголошували на важливості візуалізації навчального матеріалу та застосування хмарних сервісів для інтерактивного повторення матеріалу. О. Колесникова [5] досліджувала діяльнісний підхід до формування експериментаторських умінь здобувачів освіти засобами мобільних та дистанційних технологій в навчанні фізики, підтверджуючи ефективність змішаного навчання. О. Мартинюк, О. Мартинюк, І. Музика [10] досліджували використання ІКТ у процесі виконання лабораторних робіт із фізики, обґрунтовуючи необхідність активного включення учнівства у цифрову діяльність у контексті STEM-освіти. Вони пропонували інтеграцію фізики у модель змішаного навчання з використанням цифрових лабораторій (Einstein, PHYWE) та мобільних застосунків (Phyphox). В. Андрієвська та Л. Білоусова [2] окреслюють концепцію BYOD як інструмент реалізації STEAM-освіти, наголошуючи на перевагах використання особистих мобільних пристроїв для експериментування.

Таким чином, для навчального предмета «фізика», який є експериментально-дослідницькою наукою, питання інтеграції ІКТ в освітньому процесі набуває особливої значущості. В умовах обмеженої матеріально-технічної бази шкільних кабінетів саме ІКТ виступають важливим ресурсом не лише для візуалізації та моделювання складних фізичних явищ, а й для реалізації індивідуальної освітньої траєкторії здобувачів освіти. Таким чином, дослідження механізмів формування цифрової компетентності здобувачів освіти засобами ІКТ у процесі вивчення фізики є актуальним науково-педагогічним завданням.

Мета статті полягає в аналізі та обґрунтуванні ефективних методичних підходів до використання інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) у навчанні фізики як ключового засобу формування цифрової компетентності учнівства, з урахуванням когнітивних особливостей покоління Z, експериментально-

дослідницької природи фізики та відповідно до вимог українських освітніх стандартів та Європейської рамки DigComp 2.2.

Методологічною основою для розуміння структури цифрової компетентності та проєктування освітніх політик слугує Європейська рамка цифрової компетентності громадян DigComp 2.2. У цьому документі цифрова компетентність тлумачиться як «впевнене, критичне та відповідальне використання і взаємодія з цифровими технологіями з метою навчання, професійного розвитку та активної участі в суспільному житті» [9]. Акцент у визначенні зміщується з суто технічного володіння інструментами на етичну свідомість, безпеку і критичне ставлення до цифрового контенту.

DigComp 2.2 структуровано на п'ять основних сфер:

- інформаційна грамотність (вміння знаходити, критично оцінювати, зберігати й аналізувати цифрову інформацію).
- комунікація та співпраця (використання цифрових технологій для ефективної взаємодії та участі у цифрових спільнотах).
- створення цифрового контенту (редагування, адаптація, програмування, знання авторських прав).
- безпека у цифровому середовищі (захист пристроїв, цифрової ідентичності, приватності та добробуту).
- вирішення технічних та навчальних проблем (інноваційне використання технологій, адаптивність, технічне усунення несправностей).

Ця рамка, доповнена прикладами використання цифрової компетентності в реальних освітніх ситуаціях, стає ключовим орієнтиром у розробці навчальних програм, зокрема у таких дисциплінах як фізика, де цифрові інструменти відкривають нові можливості для експериментальної та дослідницької діяльності.

Сучасні учні, які належать до покоління Z, соціалізуються в інформаційному контексті, де цифрові технології є невід'ємною частиною повсякденності. Ці особливості формують специфічні когнітивні та поведінкові моделі і зумовлюють нові вимоги до освітнього процесу. Дослідники [3, 7, 8] акцентують на зміні психофізіологічних та когнітивних характеристик молоді, зокрема на феномені кліпового мислення, яке характеризується фрагментарністю, швидкістю реакції, візуальним домінуванням та зниженням здатності до тривалої концентрації.

Для ефективної роботи з цим поколінням педагоги мають трансформувати свою парадигму: від традиційної трансляції знань до організації середовища для критичного осмислення та застосування інформації. Зокрема, Дж. Коатс [8] виокремлює ключові педагогічні поради:

- прикладна орієнтація знань: ключовим мотиваційним чинником є практична значущість знань, а знання набувають інструментальної функції, оцінюючись з огляду на їхню потенційну користь у реальному житті;
- раціональне використання часу та чітке структурування інформації: учні прагнуть оптимального співвідношення між обсягом інформації, часом її опрацювання та практичною користю; подача матеріалу має бути «концентрованою», з логічною

структурою та візуальним виділенням ключових моментів;

- постійний зворотний зв'язок: учні потребують негайного фідбеку, бажаючи одразу дізнатися про правильність розуміння матеріалу та помилки.

Ці вимоги, що стосуються динамічної подачі інформації, візуалізації навчального матеріалу та інтерактивного повторення, природно реалізуються саме завдяки цифровим інструментам, що робить інтеграцію ІКТ у викладання фізики не просто бажаною, а необхідною.

Фізика, як експериментально-дослідницька наука, що вимагає активного залучення учнівства до пізнання реального світу, має найбільший потенціал для розвитку цифрової компетентності в умовах діяльнісної логіки. Використання ІКТ виступає важливим ресурсом не лише для візуалізації та моделювання складних фізичних явищ, але й для реалізації індивідуальної освітньої траєкторії здобувачів освіти. Ця інтеграція дозволяє формувати ключові наскрізні вміння, передбачені рамковими настановами, зокрема DigComp 2.2.

1. Інтеграція мобільного та змішаного навчання (BYOD)

Дослідження підтверджують високу ефективність моделі змішаного навчання (*Blended Learning*), що поєднує традиційну класну та дистанційну форми. Паралельно активно впроваджується мобільне навчання (*Mobile Learning*), яке UNESCO визначило як «використання портативних пристроїв для доступу до освітніх ресурсів у будь-який час та в будь-якому місці» [11]. Мобільні технології мають унікальні переваги, такі як розширення охоплення освіти, персоналізоване навчання та негайний зворотний зв'язок.

Ключовим механізмом тут є Концепція BYOD (*Bring Your Own Device* – «принеси свій пристрій»). Використання особистих мобільних пристроїв учнів та учениць розглядається як інструмент реалізації STEAM-освіти. Концепція BYOD допомагає подолати практичні труднощі створення мейкер-просторів у школах, оскільки надає учнівству безліч переваг, зокрема:

- миттєвий запис і збір даних безпосередньо у процесі фізичного експерименту;
- сканування QR-кодів для швидкого доступу до електронних ресурсів та відеоінструкцій;
- використання вбудованих датчиків смартфонів (акселерометрів, гіроскопів, мікрофонів) та спеціалізованих освітніх програм (Phyphox, Lab4Physics, VoltLab).

Така діяльність перетворює навчання на захоплюючий процес дослідження та експериментування, а гнучке керування навчальним темпом і тривалістю завдяки мобільності підтримує самостійність учнів і, відповідно, розвиває їхню цифрову компетентність у сфері вирішення проблем та інформаційної грамотності.

2. Активне включення в цифрову діяльність під час експерименту

Ключова роль ІКТ відводиться у процесі виконання лабораторних робіт із фізики, де цифрові технології мають найбільший потенціал для розвитку інформаційно-цифрової компетентності. Дослідники [2, 4, 5, 10] наголошують на необхідності переходу

від пасивного використання цифрових засобів (наприклад, перегляду готових симуляцій) до активного включення учнівства у цифрову діяльність. Це формує компетентнісну, діяльнісну логіку навчання.

Активна цифрова діяльність у фізичному експерименті включає:

- використання цифрових датчиків і вимірювальних систем, які підвищують точність вимірювань;
- аналіз експериментальних даних у табличних редакторах (наприклад, Google Sheets або MS Excel). Це безпосередньо розвиває інформаційну грамотність та навички створення цифрового контенту (сфера 3 DigComp 2.2);
- створення умов для самостійного проектування досліджень вдома.

Такий підхід сприяє розвитку інформаційно-аналітичного мислення, навичок інтерпретації та презентації результатів експериментів, що є невід'ємними складовими цифрової грамотності та основою їхньої конкурентоздатності.

3. Використання хмароорієнтованих сервісів

Для посилення засвоєння матеріалу та підтримки комунікації ефективним є застосування хмароорієнтованих платформ (Google Meet, Google Classroom) та веб-орієнтованих сервісів (тестів, візуалізацій, е-портфоліо). Ці інструменти виконують декілька критично важливих функцій, які безпосередньо впливають на розвиток цифрової компетентності:

- індивідуалізація навчання: хмарні сервіси забезпечують доступність освітніх ресурсів у будь-який час, дозволяючи учням та ученицям працювати у власному темпі;
- формувальний зворотний зв'язок: вони підтримують безперервний формувальний зворотний зв'язок, що є критично важливим для покоління Z, яке потребує негайного фідбеку;
- візуалізація та інтерактив: використання мультимедіа та інтерактивних елементів покращує розуміння складних фізичних явищ і процедур експерименту. Це особливо актуально з огляду на візуальне домінування сприйняття в сучасних учнів.

Отже, хмароорієнтовані технології та веб-орієнтовані сервіси у навчанні фізики можуть впливати на відчутний приріст результатів і розвитку цифрової компетентності, зокрема у сферах комунікації та співпраці та вирішення навчальних проблем.

Висновки. Проведене дослідження засвідчує, що формування цифрової компетентності учнівства засобами інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) у процесі вивчення фізики є не просто відповіддю на глобальні тенденції цифрової трансформації, а системною педагогічною необхідністю для реалізації якісної освіти у XXI столітті.

Цифрова компетентність утверджена як ключова міжгалузева компетентність на рівні міжнародної (DigComp 2.2) та національної (розпорядження КМУ № 167-р) освітньої політики. Вона тлумачиться як впевнене, критичне та відповідальне використання цифрових технологій. Це підкреслює зміщення акценту від суто технічних навичок до формування етичної свідомості, медіаграмотності та критичного мислення.

ня у цифровому середовищі. Це робить розвиток цифрових навичок молодшої людини основою для соціалізації, професійного становлення та активної участі у житті суспільства.

Водночас, освітній процес має бути кардинально адаптований до когнітивних та психофізіологічних особливостей покоління Z (учнів із домінуванням візуального сприйняття, схильністю до кліпового мислення та потребою у негайному зворотному зв'язку). Використання ІКТ, особливо через візуалізацію, інтерактивність та концентровану подачу інформації, дозволяє педагогам перейти від традиційної моделі трансляції знань до фасилітації навчального середовища. Такий підхід робить навчання більш мотиваційним, прикладним та ефективно відповідає потребі учнів у практичній значущості матеріалу.

Для фізики – експериментально-дослідницької науки – ІКТ є не просто допоміжним інструментом, а критично важливим ресурсом для розширення можливостей експерименту. Запропоновані методичні підходи забезпечують діяльну логіку формування компетентностей, зокрема: концепція Bring Your Own Device дозволяє перетворити особисті смартфони на цифрові лабораторії (через відповідні застосунки), долаючи проблему обмеженої матеріально-технічної бази закладів освіти. Це активно розвиває навички збору, обробки та аналізу даних безпосередньо у процесі фізичного дослідження.

Перехід від пасивного перегляду до активного аналізу експериментальних даних у табличних редакторах безпосередньо формує ключові навички інформаційної грамотності та створення цифрового контенту (згідно з DigComp 2.2). Також використання хмарних платформ сприяє індивідуалізації освітніх траєкторій, забезпечує безперервний формувальний зворотний зв'язок та підтримує ефективну комунікацію і співпрацю.

Отже, інтеграція ІКТ у викладання фізики створює освітнє середовище, що формує в учнівства інформаційно-аналітичне мислення, здатність критично осмислювати дані та приймати обґрунтовані рішення. Таким чином, розвиток цифрової компетентності на уроках фізики має стати системною і невід'ємною складовою освітньої політики кожного закладу загальної середньої освіти, що прямо впливає на конкурентоздатність випускників у сучасному світі.

Подальші наукові дослідження буде спрямовано на дослідження впливу мобільних технологій, зокрема BYOD на формування експериментальних навичок здобувачів освіти, їх наукового мислення та мотивації до вивчення фізики.

Список використаних джерел:

1. Алексеева Світлана. Цифрова компетентність: стратегічні орієнтири та успішні практики. URL: <https://surl.li/zmfzjb>
2. Андрієвська В.М., Білоусова Л.І. Концепція BYOD як інструмент реалізації STEAM-освіти. *Фізико-математична освіта*. 2017. Вип. 4 (14). С. 13–17.
3. Грицак Н., Ісаєва О. Студенти покоління Z: проблеми освіти. *Проблеми підготовки сучасного вчителя: збірник наукових праць*. 2020. Вип. 1 (21). Ч. 2. С. 64–72.
4. Заболотний В.Ф., Мисліцька Н.А., Слободянюк І.Ю. Дидактичні можливості використання веб-орієнтованих технологій під час навчання фізики в класах гу-

манітарного профілю. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2018. Том 65. № 3. С. 53–65. DOI: <https://doi.org/10.33407/itlt.v65i3.2074>

5. Колесникова О.А. Діяльнісний підхід до формування в учнів експериментаторських умінь засобами мобільних та дистанційних технологій в навчанні фізики: дис. ... канд. пед. наук. 13.00.02 – теорія та методика навчання (фізика). Київ, 2021. 250 с.
6. Концепція розвитку цифрових компетентностей та затвердження плану заходів щодо її реалізації" (розпорядження Кабінету Міністрів України від 3 березня 2021 р. № 167-р). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/167-2021-%D1%80#Text>
7. Струтинська О.В. Особливості сучасного покоління учнів і студентів в умовах розвитку цифрового суспільства. *Open educational environment of modern University*. 2020. № 9. С. 145–160.
8. Coates J. Generational learning styles. LERN Books, 2006. 149 p.
9. European Commission, Joint Research Centre. The Digital Competence Framework for Citizens – DigComp 2.2: With new examples of knowledge, skills and attitudes. *Publications Office of the European Union*. 2022. URL: <https://joint-research-centre.ec.europa.eu/digcomp>
10. Martyniuk O.O., Martyniuk O.S., Pankevych S.S., & Muzyka I.O. Blended learning technologies and digital tools in STEM-oriented physics education. *Educational Technology Quarterly*. 2021. (3), 347–359. DOI: <https://doi.org/10.55056/etq.39>
11. UNESCO. Policy guidelines for mobile learning. URL: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000219641>

Ivan HAIDAMAKA

Lesya Ukrainka Volyn National University

ICT AS A MEANS OF FORMING DIGITAL COMPETENCE IN STUDENTS WHILE TEACHING PHYSICS

Abstract. This article is devoted to the research of a pressing scientific and pedagogical task – the formation of digital competence in general secondary education students in the process of studying physics by means of ICT, which is a priority in the context of digital transformation (DigComp 2.2). Digital competence is interpreted broadly, encompassing the critical, responsible, and ethical use of technology, and not just technical skills.

Physics, as an experimental and research-based science, holds the greatest potential for the activity-based development of these skills. The necessity of adapting education to the cognitive characteristics of Generation Z (clip thinking, need for visualization, and quick feedback) is substantiated.

Key approaches are proposed: BYOD and blended learning (using smartphone sensors for experimental data collection; active digital activity (data analysis in spreadsheet editors during lab work); cloud-oriented services (for individualization and providing formative feedback)). The comprehensive integration of ICT modernizes teaching and forms systemic skills of independent research and critical thinking in students, which is the key to their competitiveness in the digital age.

Key words: general secondary education institution, students, physics, digital competence, information and communication technologies, teaching methodology.

References:

1. Aliksieieva Svitlana. Tsyfrova kompetentnist: stratehichni oriientyry ta uspishni praktyky. URL: <https://surl.li/zmfzjb>

2. Andriievskaya V.M., Bilousova L.I. Kontsepsiia BYOD yak instrument realizatsii STEAM-osvity. *Fizyko-matematychna osvita*. 2017. Vyp. 4 (14). S. 13–17.
3. Hrytsak N., Isaieva O. Studenty pokolinnia Z: problemy osvity. *Problemy pidhotovky suchasnoho vchytelia*: zbirnyk naukovykh prats. 2020. Vyp. 1 (21). Ch. 2. S. 64–72.
4. Zabolotnyi V.F., Myslitska N.A., Slobodianiuk I.Yu. Dydaktychni mozhyvosti vykorystannia veb-oriento-vanykh tekhnolohii pid chas navchannia fizyky v klasakh humanitarnoho profilu. *Informatsiini tekhnolohii i zasoby navchannia*. 2018. Tom 65. № 3. S. 53–65. DOI: <https://doi.org/10.33407/itlt.v65i3.2074>
5. Kolesnykova O.A. Diialnisnyi pidkhid do formuvannia v uchniv eksperymentatorskykh umin zasobamy mobilnykh ta dystantsiinykh tekhnolohii v navchanni fizyky: dys. ... kand. ped. nauk. 13.00.02 – teoriia ta metodyka navchannia (fizyka). Kyiv, 2021. 250 s.
6. Kontsepsiia rozvytku tsyfrovyykh kompetentnostei ta zatverdzhennia planu zakhodiv shchodo yii realizatsii" (rozporiadzhennia Kabinetu Ministriv Ukrainy vid 3 bereznia 2021 r. № 167-r). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/167-2021-%D1%80#Text>
7. Strutynska O.V. Osoblyvosti suchasnoho pokolinnia uchniv i studentiv v umovakh rozvytku tsyfrovoho suspilstva. *Open educational environment of modern University*. 2020. № 9. S. 145–160.
8. Coates J. Generational learning styles. LERN Books, 2006. 149 p.
9. European Commission, Joint Research Centre. The Digital Competence Framework for Citizens – DigComp 2.2: With new examples of knowledge, skills and attitudes. *Publications Office of the European Union*. 2022. URL: <https://joint-research-centre.ec.europa.eu/digcomp>
10. Martyniuk O.O., Martyniuk O.S., Pankevych S.S., & Muzyka I.O. Blended learning technologies and digital tools in STEM-oriented physics education. *Educational Technology Quarterly*. 2021. (3), 347–359. DOI: <https://doi.org/10.55056/etq.39>
11. UNESCO. Policy guidelines for mobile learning. URL: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000219641>

Отримано: 17.11.2025

УДК 37.091.3:004+373.3/.5

DOI: 10.32626/2307-4507.2025-31.195-200

Наталія ДОНЕЦЬ

Центральноукраїнський державний університет імені Володимира Винниченка

e-mail: natadonatan@gmail.com; ORCID: 0000-0002-0989-531X

ЦИФРОВІЗАЦІЯ ОСВІТИ НА ЗАСАДАХ КОГНІТИВНОГО ПІДХОДУ ЯК УМОВА ФОРМУВАННЯ STEM-КОМПЕТЕНТНОСТІ УЧНІВ У ПРОЦЕСІ НАВЧАННЯ ФІЗИКИ

Анотація. У статті проаналізовано цифровізацію освіти як системний процес, що трансформує традиційні форми навчання та сприяє формуванню STEM-компетентностей у здобувачів освіти. Розкрито основні етапи розвитку інформаційних технологій в освіті – комп'ютеризацію, інформатизацію та цифровізацію. На основі аналізу сучасних досліджень вітчизняних і зарубіжних учених обґрунтовано, що цифровізація є не лише техніко-технологічним, а й психолого-педагогічним і соціокультурним процесом, який вимагає переосмислення змісту, форм і методів освітньої взаємодії. Особливу увагу приділено когнітивним аспектам цифрового навчання, зокрема теорії когнітивного навантаження (Cognitive Load Theory (CLT)) та когнітивній теорії мультимедійного навчання (Cognitive Theory of Multimedia Learning (CTML)), а також ролі цифрових технологій у розвитку мотивації, творчих здібностей, соціалізації й суб'єктності учнів. Визначено педагогічні умови ефективного використання цифрових технологій у формуванні STEM-компетентностей у процесі навчання фізики.

Ключові слова: цифровізація освіти, комп'ютерні технології, STEM-компетентність, когнітивна теорія мультимедійного навчання, дистанційне навчання, цифрові технології, саморегуляція, самоорганізація.

Постановка проблеми. Сучасна система освіти функціонує в умовах четвертої промислової революції (Індустрія 4.0), що супроводжується глобальною цифровою трансформацією. Цей процес є незворотним і системним, вимагаючи від освітніх інституцій не лише адаптації, але й активної розробки нових моделей навчання. В Україні інтенсивність і напрямки цієї трансформації були різко прискорені зовнішніми викликами – пандемією COVID-19 та повномасштабною воєнною агресією. Ці події зумовили необхідність оперативного, але часто вимушеного, переходу до дистанційного та змішаного форматів навчання. Така ситуація актуалізує не лише питання технічного забезпечення, а й, що критично важливо, проблеми методичної та психолого-педагогічної готовності учасників освітнього процесу до ефективної взаємодії в цифровому освітньому просторі.

На тлі цих змін ключовим завданням модернізації освіти стає формування STEM-компетентності (Science, Technology, Engineering, Mathematics), оскільки

саме ці знання та навички є фундаментом інноваційної економіки. Цифрові технології, виступаючи основним інструментом STEM-освіти, мають бути впроваджені не як самоціль, а як дидактичний засіб, здатний оптимізувати пізнавальні процеси. Отже, виникає гостра потреба в науковому обґрунтуванні методики використання цифрових засобів, яка б, по-перше, враховувала когнітивні обмеження здобувачів освіти (зокрема, обмеженість робочої пам'яті), а по-друге, забезпечувала цілісний розвиток їхньої особистості, включаючи формування навичок саморегуляції та критичного мислення в умовах насиченого цифрового середовища. Нерозв'язаність цієї проблеми у площині інтеграції когнітивних теорій і STEM-підходів у навчання фізики обумовлює актуальність даного дослідження.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. На сьогодні вітчизняними й зарубіжними вченими напрацьовано значний обсяг матеріалу щодо інформатизації та цифровізації освіти. Дослідники розкривають еволюцію інформаційних технологій в освіті, ви-

окремлюючи три ключові етапи: комп'ютеризацію (1980–1990 рр.), інформатизацію (з 2000–2010 рр.) та сучасний етап – цифровізацію (з 2010 р. дотепер) [2, 7, 13]. Останній є якісним стрибком і передбачає інтеграцію цифрових технологій у всі освітні, управлінські та соціальні процеси. Концептуальні проблеми інформатизації освіти досліджено в наукових розвідках українських учених, серед яких В. Биков [1, 2], Р. Гуревич [5], М. Жалдак [7], Н. Морзе [8], М. Садовий [11], О. Спірін [13], О. Трифонова [11, 14, 15] та ін.

Науковці підкреслюють, що цифровізація відрізняється від інформатизації тим, що створює «віртуальний світ», у якому освітні процеси та дії набувають нової якості, формуючи нове освітнє середовище [12]. Зокрема, О. М. Спірін [13] зазначає, що цифровізація освіти передбачає наповнення інформаційно-освітнього середовища електронно-цифровими засобами, що забезпечує функціонування кіберфізичного освітнього простору. Таким чином, цифровізація є не лише техніко-технологічним, а й глибинним психолого-педагогічним та соціокультурним процесом, що трансформує зміст, форми і методи освітньої взаємодії [13]. Зарубіжні дослідники (К. Ala-Mutka, М. Brown, R. Vuorikari, С. Scott, А. Ferrari та ін.) зробили вагомий внесок у дослідження феномену цифрової освіти, зосереджуючись на питаннях цифрової компетентності, медіаграмотності та філософсько-соціальних аспектах цифрової трансформації суспільства [21, 19].

Аналіз специфіки організації дистанційного та змішаного форматів навчання представлений у роботах О. Ситник [9], С. Морозова [9], Н. Білик [9], О. Паламарчук [10] та інших, які розглядають їх як інтегровані складники освітнього процесу, що поєднують традиційні методи з ІКТ. Змішане навчання сприяє формуванню самостійності й інформаційної компетентності здобувачів освіти [9, 10]. Водночас електронне дистанційне навчання (е-дистанційне навчання), згідно з визначенням В. Бикова [1], характеризується індивідуалізованою взаємодією, що здійснюється як асинхронно, так і синхронно в часі, принципово використовуючи електронні транспортні системи.

Особливо вагомим є внесок у розробку теоретичних моделей, що регулюють когнітивні процеси в цифровому середовищі. Йдеться про теорію когнітивного навантаження (Cognitive Load Theory (CLT), Дж. Свеллер) та когнітивну теорію мультимедійного навчання (Cognitive Theory of Multimedia Learning (CTML), Р. Маєр) [18, 21]. Ці теорії є основою для проєктування дидактичних матеріалів, орієнтованих на ефективну роботу обмеженої робочої пам'яті та мінімізацію стороннього когнітивного навантаження. Психолого-педагогічні аспекти цифровізації, зокрема її вплив на увагу, пам'ять, мотивацію та саморегуляцію, висвітлені у дослідженнях [11, 17, 5, 3, 4]. Аналізується формування саморегуляції як здатності учня самостійно орієнтуватися в навчальній ситуації. Особливої актуальності когнітивні аспекти набувають у процесі вивчення фізики. Це зумовлено тим, що фізика як дисципліна містить значний обсяг абстрактних понять (електричні поля, хвильові процеси і т.п.), що створює високе внутрішнє когнітивне навантаження.

У цьому контексті цифрові технології, а саме цифрові датчики стають ключовим інструментом. Вони забезпечують збір даних у реальному часі та

їхню миттєву візуалізацію. Завдяки цьому учні переходять від складних обчислень до прямого аналізу графіків і залежностей. Така наочність, підкріплена когнітивною теорією мультимедійного навчання (CTML), дозволяє знизити стороннє когнітивне навантаження та фокусувати увагу на суті фізичного явища, а не на рутинних вимірюваннях.

Таким чином, інтеграція CLT/CTML із експериментальною діяльністю за допомогою цифрових технологій є методологічною необхідністю, що трансформує процес формування STEM-компетентності з теоретичного на практико-орієнтований.

Незважаючи на значний масив досліджень, бракує цілісної методики, яка б інтегрувала когнітивні принципи та технологічні можливості для ефективного формування STEM-компетентності саме в процесі вивчення фізики засобами цифрових технологій.

Метою даної роботи є теоретичне обґрунтування та систематизація психолого-педагогічних засад і методичних підходів до використання цифрових технологій як ефективного чинника формування STEM-компетентності засобами цифрових технологій здобувачів освіти під навчання фізики.

Методи дослідження. У роботі використано методи теоретичного аналізу, систематизації, порівняння й узагальнення наукових джерел із педагогіки, психології та інформаційних технологій; контент-аналіз праць українських і зарубіжних учених; порівняльно-аналітичний метод для виявлення когнітивних і мотиваційних чинників цифрового навчання.

Основна частина. Цифровізація освіти є не просто технологічною модернізацією, а якісно новою формою організації освітньої діяльності, що вимагає методологічної рефлексії над її сутністю. Цей процес формує кіберфізичний освітній простір, де фізична (очна) та віртуальна (онлайн) взаємодії інтегровані в єдину систему [13].

У дослідженні Я. Сікори [12] підкреслюється, що цифровізація відрізняється від інформатизації тим, що створює створюючи «віртуальний світ», у якому освітні процеси та дії набувають нової якості, формують нове, освітнє середовище, освітні моделі, нові механізми взаємодії суб'єктів освітнього середовища.

У цьому контексті, змішане навчання виступає найбільш адаптивною моделлю. Воно передбачає гармонійну інтеграцію традиційних форм освіти з онлайн-компонентами [9]. Методологічно доцільна організація змішаного навчання вимагає чіткого розподілу та контролю за пізнавальною діяльністю: частина здійснюється під безпосереднім керівництвом вчителя із залученням електронних освітніх ресурсів; інша частина реалізується в режимі самостійної роботи з використанням цифрових ресурсів [9].

Такий підхід не лише оптимізує засвоєння матеріалу, але й інструментально сприяє формуванню самостійності й інформаційної компетентності [17]. На противагу, електронне дистанційне навчання (е-дистанційне навчання), згідно з визначенням В. Бикова [1], характеризується переважно індивідуалізованою навчально-виховною взаємодією, що здійснюється як асинхронно, так і синхронно в часі, принципово використовуючи електронні транспортні системи доставки засобів навчання. З огляду на світові тенденції,

цифрові технології сьогодні є основним засобом проведення освітнього процесу, а не лише його доповненням [19], що зумовлює актуальність персоналізованих підходів, зокрема концепції «мікронавчання» [19].

Ефективність цифрового навчання, особливо у предметних галузях як фізика, що вимагають високої когнітивної напруги, безпосередньо залежить від врахування психолого-педагогічних засад [21]. Надмірність інформаційних потоків у цифровому середовищі робить критично важливим застосування принципів, закладених у когнітивних теоріях.

Теорія когнітивного навантаження (CLT), розроблена Дж. Свеллером, виходить із фундаментального факту обмеженої ємності робочої пам'яті людини [21]. Навчання, як зміна у довготривалій пам'яті, можливе лише за умови, що загальне інформаційне навантаження не перевищує пізнавальних можливостей учня. У контексті цифрового контенту, неструктуроване подання матеріалу, надмірна кількість анімацій або недоцільне поєднання форматів (відео, тексту) генерують стороннє когнітивне навантаження [21]. Це навантаження не сприяє формуванню когнітивних схем, а, навпаки, є прямим бар'єром для ефективного засвоєння [21]. Таким чином, при проєктуванні цифрових навчальних матеріалів необхідно дотримуватися принципів мінімізації стороннього навантаження (через уникнення надлишкової інформації) та оптимізації внутрішнього навантаження (через чітке структурування складності).

Когнітивна теорія мультимедійного навчання (CTML), розроблена Р. Маєром [18], доповнює CLT, описуючи п'ять основних когнітивних операцій в процесі обробки мультимедійної інформації: вибір слів і зображень, їхня організація у структуровані блоки та подальша інтеграція в єдину ментальну модель. Ці операції є циклічними та визначають кінцеву ефективність засвоєння. Наявність чіткого когнітивного сценарію подачі матеріалу дозволяє мінімізувати перевантаження робочої пам'яті, забезпечуючи інтеграцію вербальних і візуальних каналів сприйняття [18]. Використання принципів CTML у проєктуванні цифрового контенту (наприклад, принцип узгодженості, принцип часової та просторової близькості) є критично важливим для створення оптимізованого цифрового навчального середовища.

Психологічні механізми впливу цифровізації на навчальну діяльність. Цифровізація освіти істотно трансформує психологічні компоненти навчальної діяльності, змінюючи способи сприйняття, мислення, мотивацію, соціальну взаємодію та саморегуляцію здобувачів освіти [3, 4]. Швидка зміна інформаційних стимулів у цифровому середовищі може призводити до фрагментації уваги [19]. Тому розробка методики вимагає застосування принципів мультимедійного навчання для оптимального поєднання візуальних і вербальних каналів сприйняття та підтримки зосередженості [20]. Активізація робочої пам'яті відбувається через моделювання, симуляції та візуалізації [20], але для переведення знань у довготривалу пам'ять необхідні ситуації повторення, пояснення та застосування знань на практиці [4].

Цифрові інструменти посилюють пізнавальний інтерес завдяки візуальній привабливості та інтерактивності, викликаючи ситуативну (зовнішню) мотивацію [17]. Дослідження Н. Бобро підкреслюють, що доцільна цифровізація призводить до якісної трансформації на-

вчальної мотивації. Однак мотиваційний потенціал цифровізації реалізується не автоматично, а лише за умов цілеспрямованого педагогічного проєктування [17].

Цифрові платформи розширюють можливості для персоналізації навчання, сприяючи формуванню саморегуляції та рефлексії [16, 4]. Саморегуляція – це здатність учня самостійно орієнтуватися в навчальній ситуації, усвідомлювати мету, планувати дії та оцінювати результат [4]. Згідно з В. J. Zimmerman, вона стоїть самостійно сформованих думок, почуттів та поведінки, орієнтованих на досягнення цілей [16].

Узагальнення наукових праць дає підстави стверджувати, що цифровізація освіти є системоутворювальним чинником формування STEM-компетентностей. STEM-освіта постає як інтегративна модель, що об'єднує природничо-наукові знання з технологічними і цифровими практиками. Формування STEM-компетентності вимагає від освітнього процесу міждисциплінарності, практичної спрямованості та орієнтації на дослідження. Саме цифрові технології забезпечують можливість реалізації таких підходів завдяки: візуалізації складних фізичних процесів та абстрактних явищ; моделюванню реальних об'єктів та симуляції експериментів, які неможливо провести в шкільній лабораторії; використанню електронних симуляторів і цифрових лабораторій [1, 5].

Ефективна реалізація змішаного навчання, необхідного для STEM, вимагає чіткого методичного проєктування курсу, що забезпечує логічну й послідовну інтеграцію очного та дистанційного компонентів [9, 10]. Доцільним є перехід від традиційного поділу занять до планування освітнього процесу як набору взаємопов'язаних контактних та онлайн-видів діяльності. Таким чином, ефективна методика формування STEM-компетентності у процесі навчання фізики має бути побудована на системній інтеграції педагогічних, психологічних та технологічних принципів. Це передбачає оптимізацію когнітивних процесів через застосування CLT та CTML у цифровому освітньому середовищі, що дозволяє забезпечити гармонійний розвиток особистості учня, його саморегуляції та здатності до експериментально-дослідницької діяльності з використанням цифрових засобів навчання.

Запропонована концептуальна модель (див. рис. 1.) візуалізує системну взаємодію ключових чинників, що забезпечують ефективне формування STEM-компетентності у процесі навчання фізики в умовах цифрової трансформації. Модель складається з трьох логічно пов'язаних блоків: цифровізація освіти, когнітивного проєктування навчання та формування STEM-компетентності.

Цифровізація освіти виступає первинним чинником і визначає технологічне середовище, що трансформує освітній процес. Цифровізація розглядається не просто як оснащення закладів технікою, а як глибокий психолого-педагогічний і соціокультурний процес. Вона створює кіберфізичний освітній простір (О. Спін) та уможливує використання сучасних інтегрованих форматів, таких як змішане та дистанційне навчання. Саме ці формати, що ґрунтуються на використанні цифрових інструментів (моделювання, симуляція), є відповідною точкою для якісної зміни дидактики.

Когнітивне проєктування є методологічним ядром нашого дослідження. Воно забезпечує не просте вико-



Рис. 1. Концептуальна модель формування STEM-компетентностей у цифровому освітньому середовищі

ристання цифрових технологій, а їхнє оптимізоване застосування відповідно до фізіологічних та когнітивних механізмів учнів. Основою цього механізму є теорія когнітивного навантаження (CLT) (Дж. Свеллер) та когнітивна теорія мультимедійного навчання (CTML) (Р. Маєр). Їхнє застосування дозволяє проєктувати дидактичні матеріали таким чином, щоб мінімізувати роботу обмеженої робочої пам'яті. Це критично важливо для засвоєння складного абстрактного матеріалу з фізики.

Кінцевий блок (формування STEM-компетентності) відображає якісний результат, досягнення якого стає можливим завдяки когнітивно оптимізованому цифровому процесу. Цифрові технології виступають системоутворювальним чинником для STEM-освіти, оскільки дозволяють реалізувати міждисциплінарність та дослідницьку діяльність. Ключовим елементом результату є цілеспрямований розвиток саморегуляції навчальної діяльності, а також поглиблене розуміння складних фізичних явищ через використання цифрових симуляцій [6] і візуалізації, що є прямим наслідком успішної інтеграції CLT та CTML у дидактичний дизайн.

Таким чином, цифровізація освіти виступає не лише технологічним, а й дидактичним механізмом інтеграції STEM-підходу у навчання фізики.

Висновки. Проведене дослідження підтвердило, що цифровізація освіти є системоутворювальним чинником для розвитку STEM-компетентності, особливо у процесі вивчення фізики. У межах роботи досягнуто поставленої мети шляхом обґрунтування методики використання цифрових технологій на основі когнітивного підходу.

Наукова новизна полягає у доведенні того, що ефективне формування STEM-компетентності у фізиці забезпечується інтеграцією когнітивних теорій (CLT та CTML) із експериментальною діяльністю за допомогою цифрових технологій. Це дозволяє цілеспрямовано управляти когнітивним навантаженням та оптимізувати засвоєння складних абстрактних фізичних понять.

Подальші дослідження будуть спрямовані на емпіричну перевірку ефективності розробленої методики

застосування цифрових технологій для формування STEM-компетентностей у процесі викладання фізики, з акцентом на диференціації когнітивного навантаження відповідно до індивідуальних особливостей учнів.

Список використаних джерел:

1. Биков В.Ю. Дистанційна освіта: актуальність, особливості і принципи побудови, шляхи розвитку та сфера застосування. *Інформаційне забезпечення навчально-виховного процесу: інноваційні засоби і технології*: колективна монографія. Київ: Атіка, 2005. С. 77–92. URL: https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/5696/1/Bykov_V_2005.pdf
2. Биков В.Ю. Сучасні завдання інформатизації освіти. *Інформаційні технології і засоби навчання*, 2010. № 1 (15). URL: <https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/1162/>
3. Бочелюк В. Діджиталізація як фактор формування когнітивної сфери. *Вісник ХНПУ імені Г.С. Сковороди. Психологія*. 2021. Вип. 62. С. 81–107.
4. Гриньова М.В., Кононова М.М. Саморегуляція навчальної діяльності та професійний розвиток студентської молоді: монографія. Полтава: Астрія, 2021. 384 с. URL: <https://surl.li/jgdxxo>
5. Гуревич Р.С. Формування освітнього інформаційного середовища для підготовки кваліфікованих робітників у професійно-технічних навчальних закладах: монографія / за заг. ред. Р.С. Гуревича. Вінниця: ТОВ фірма «Планер», 2015. 426 с.
6. Донець Н.В. Поняття STEM-компетентності в системі освітнього середовища закладу загальної середньої освіти. *Науковий вісник Кременецької обласної гуманітарно-педагогічної академії імені Тараса Шевченка. Серія: Педагогічні науки*. 2025. Вип. 20. С. 48–55. DOI: <https://doi.org/10.32782/2410-2075-2025-20>
7. Жалдак М., Лапінський В., Шут М. Комп'ютерно-орієнтовані засоби навчання математики, фізики, інформатики: навчально-методичний посібник. Київ: Шкільний світ, 2006. 96 с.
8. Морзе Н., Василенко С., Гладун М. Шляхи підвищення мотивації викладачів університетів до розвитку їх цифрової компетентності. *Електронне наукове фахове видання «Відкрите освітнє е-середовище сучасного університету»*. 2018. Вип. 5. С. 160–177. DOI: <https://doi.org/10.28925/2414-0325.2018.5.160177>
9. Ситник О., Морозов С., Білик Н. Особливості дистанційної та змішаної форм навчання в ліцеях і підвищення кваліфікації вчителів предмета «Захист України» під час воєнного стану. URL: <https://periodica.nadpsu.edu.ua/index.php/pedzbirnyk/article/view/1478/1390>
10. Олена Паламарчук. Проблеми організації дистанційної та змішаної освіти в університетах України. URL: <https://pedscience.sspu.edu.ua/wp-content/uploads/2021/06/24.pdf>
11. Садовий М.І., Трифонова О.М. Цифрова компетентність здобувачів освіти в умовах функціонування засобу інформатизації. *Наукові записки. Серія:*

- Педагогічні науки (ЦДУ ім. В. Винниченка). Кропивницький, 2025. Вип. 219. С. 87–92. DOI: <https://doi.org/10.36550/2415-7988-2025-1-219-87-92>
12. Сікора Я.Б. Теоретико-методичні засади адаптивної системи професійної підготовки майбутніх фахівців з інформаційних технологій в умовах цифровізації: дис. ... доктора пед. наук: 13.00.04 / ЖДУ ім. І. Франка. Житомир, 2025.
 13. Спірін О.М. Цифровізація освіти, освітнього процесу. *Енциклопедія освіти. Нац. акад. пед. наук України*: 2-ге вид., допов. та перероб. Київ: Юрінком Інтер, 2021. С. 1099–1100. URL: <https://surl.li/foovvq>
 14. Трифонова О.М. Методична система розвитку інформаційно-цифрової компетентності майбутніх фахівців комп'ютерних технологій у навчанні фізики і технічних дисциплін: дис. ... доктора пед. наук: 13.00.02., 13.00.04 / ЦДПУ ім. В. Винниченка. Кропивницький, 2020. 595 с.
 15. Трифонова О.М. Особливості створення освітнього середовища на засадах самоорганізації й інтеграції природничих наук, цифрової трансформації та комп'ютерних технологій. *Науковий вісник Ужгородського університету. Серія: «Педагогіка. Соціальна робота»*. 2021. Вип. 1 (48). С. 410–414. DOI: <https://doi.org/10.24144/2524-0609.2021.48.410-413>
 16. Zimmerman B.J. Becoming a self-regulated learner. 2002. URL: <https://www.leiderschapsdomeinen.nl/wp-content/uploads/2016/12/Zimmerman-B.-2002-Becoming-Self-Regulated-Learner.pdf>
 17. Bobro N. Transformation of learning motivation in the context of digitalization of education. *Академічні візії*. 2024. № 34. URL: <https://www.academy-vision.org/index.php/av/article/view/1282>
 18. Mayer R.E., ed. *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning*. 2nd ed. Cambridge University Press; 2014.
 19. Gherman O., Turcu C.E., Turcu C.O. An Approach to Adaptive Microlearning in Higher Education, *15th International Technology, Education and Development Conference*: Online Conference. 8-9 March, 2021, INTED2021 Proceedings.
 20. Olga P. Pinchuk, Oleksandra M. Sokolyuk, Oleksandr Yu. Burov, Mariya P. Shyshkina. Digital transformation of learning environment: aspect of cognitive activity of students. *Педагогіка вищої та середньої школи*. 2019. Вип. 52. С. 22–38. URL: <https://journal.kdpu.edu.ua/ped/article/view/3774/3448>
 21. Schneider S., Beege M., Nebel S. et al. The Cognitive-Affective-Social Theory of Learning in digital Environments (CASTLE). *Educ Psychol Rev*. 2022. 34, 1–38. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10648-021-09626-5>

Nataliia DONETS

Volodymyr Vynnychenko Central Ukrainian State University

DIGITALIZATION OF EDUCATION BASED ON A COGNITIVE APPROACH AS A CONDITION FOR FORMING STUDENTS' STEM COMPETENCE IN THE PROCESS OF LEARNING PHYSICS

Abstract. The article analyses the digitalization of education as a systemic process that transforms traditional forms of education and contributes to the formation of STEM competencies in students. The main stages of the development of information technologies in education are revealed – computerization, informatization and digitalization. Based on the analysis of modern research by domestic and foreign scientists, it is substantiated that digitalization is not only a technical and technological process, but also a psychological, pedagogical and so-

cio-cultural process that requires rethinking the content, forms and methods of educational interaction. Special attention is paid to the cognitive aspects of digital learning, in particular the Cognitive Load Theory (CLT) and the Cognitive Theory of Multimedia Learning (CTML) as well as the role of digital technologies in the development of motivation, creative abilities, socialization and subjectivity of students. Pedagogical conditions for the effective use of digital technologies in the formation of STEM competencies in the process of teaching physics have been determined.

Key words: digitalization of education, computer technologies, STEM competence, cognitive theory of multimedia learning, distance learning, digital technologies, self-regulation, self-organization.

References:

1. Bykov V.Yu. Dystantsiina osvita: aktualnist, osoblyvosti i pryntsypy pobudovy, shliakhy rozvytku ta sfera zastosuvannya. *Informatsiine zabezpechennia navchalno-vykhovnoho protsesu: innovatsiini zasoby i tekhnolohii: kolektyvna monohrafiia*. Kyiv: Atika, 2005. S. 77–92. URL: https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/5696/1/Bykov_V_2005.pdf
2. Bykov V.Yu. Suchasni zavdannia informatyzatsii osvity. *Informatsiini tekhnolohii i zasoby navchannia*, 2010. № 1 (15). URL: <https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/1162/>
3. Bocheliuk V. Didzhytalizatsiia yak faktor formuvannia kohnityvnoi sfery. *Visnyk KhNPU imeni H.S. Skovorody. Psykholohiia*. 2021. Vyp. 62. S. 81–107.
4. Hrynova M.V., Kononova M.M. Samorehuliatytsiia navchalnoi diialnosti ta profesiyni rozvytok studentskoi molodi: monohrafiia. Poltava: Astraia, 2021. 384 s. URL: <https://surl.li/jgdxxo>
5. Hurevych R.S. Formuvannia osvitnoho informatsiinoho seredovyscha dla pidhotovky kvalifikovanykh robitnykiv u profesiino-tekhnichnykh navchalnykh zaklada-kh: monohrafiia / za zah. red. R.S. Hurevycha. Vinnytsia: TOV firma «Planer», 2015. 426 s.
6. Donets N.V. Poniattia STEM-kompetentnosti v systemi osvitnoho seredovyscha zakladu zahalnoi serednoi osvity. *Naukovyi visnyk Kremenetskoï oblasnoi humanitar-no-pedahohichnoi akademii imeni Tarasa Shevchenka. Seriia: Pedahohichni nauky*. 2025. Vyp. 20. S. 48–55. DOI: <https://doi.org/10.32782/2410-2075-2025-20>
7. Zhaldak M., Lapinskyi V., Shut M. Kompiuterno-orien-tovani zasoby navchannia matematyky, fizyky, informatyky: navchalno-metodychni posibnyk. Kyiv: Shkilnyi svit, 2006. 96 s.
8. Morze N., Vasylenko S., Hladun M. Shliakhy pidvyshchennia motyvatsii vykladachiv universytetiv do rozvytku yikh tsyfrovoi kompetentnosti. *Elektronne naukove fakhove vydannia «Vidkryte osvittie e-seredovyshe suchasnoho universytetu»*. 2018. Vyp. 5. S. 160–177. DOI: <https://doi.org/10.28925/2414-0325.2018.5.160177>
9. Sytnyk O., Morozov S., Bilyk N. Osoblyvosti dystantsiinoi ta zmishanoi form navchannia v litseiakh i pidvyshchennia kvalifikatsii vchyteliv predmeta «Zakhyst Ukrainy» pid chas voiennoho stanu. URL: <https://periodica.nadpsu.edu.ua/index.php/pedzbirnyk/article/view/1478/1390>
10. Olena Palamarchuk. Problemy orhanizatsii dystantsiinoi ta zmishanoi osvity v universytetakh Ukrainy. URL: <https://pedscience.sspu.edu.ua/wp-content/uploads/2021/06/24.pdf>
11. Sadovyi M.I., Tryfonova O.M. Tryfirova kompetentnist zdobuvachiv osvity v umovakh funktsionuvannia zasobu informatyzatsii. *Naukovi zapysky. Seriia: Pedahohichni nauky (TsDU im. V. Vynnychenka)*. Kropyvnytskyi, 2025.

- Vyp. 219. S. 87–92. DOI: <https://doi.org/10.36550/2415-7988-2025-1-219-87-92>
12. Sikora Ya.B. Teoretyko-metodychni zasady adaptivnoi systemy profesiinoi pidhotovky maibutnikh fakhivtsiv z informatsiinykh tekhnolohii v umovakh tsyfrovizatsii: dys. ... doktora ped. nauk: 13.00.04 / ZhDU im. I. Franka. Zhytomyr, 2025.
 13. Spirin O.M. Tsyfrovizatsiia osvity, osvitnoho protsesu. Entsyklopediia osvity. *Nats. akad. ped. nauk Ukrainy*: 2-he vyd., dopov. ta pererob. Kyiv: Yurinkom Inter, 2021. S. 1099–1100. URL: <https://surl.li/foovvq>
 14. Tryfonova O.M. Metodychna systema rozvytku informat-siino-tsyfrovoi kompetentnosti maibutnikh fakhivtsiv kompiuternykh tekhnolohii u navchanni fizyky i tekhnichnykh dystsyplin: dys. ... doktora ped. nauk: 13.00.02., 13.00.04 / TsDPU im. V. Vynnychenka. Kropyvnytskyi, 2020. 595 s.
 15. Tryfonova O.M. Osoblyvosti stvorennia osvitnoho sere-dovyscha na zasadakh samoorhanizatsii y intehratsii pryrodnychkh nauk, tsyfrovoi transformatsii ta kompiuternykh tekhnolohii. *Naukovyi visnyk Uzhhorodskoho universytetu. Seriya: «Pedahohika. Sotsialna robo-ta»*. 2021. Vyp. 1 (48). S. 410–414. DOI: <https://doi.org/10.24144/2524-0609.2021.48.410-413>
 16. Zimmerman B.J. Becoming a self-regulated learner. 2002. URL: <https://www.leiderschapsdomeinen.nl/wp-content/uploads/2016/12/Zimmerman-B.-2002-Becoming-Self-Regulated-Learner.pdf>
 17. Bobro N. Transformation of learning motivation in the context of digitalization of education. *Akademichni vizii*. 2024. № 34. URL: <https://www.academy-vision.org/index.php/av/article/view/1282>
 18. Mayer R.E., ed. The Cambridge Handbook of Multimedia Learning. 2nd ed. Cambridge University Press; 2014.
 19. Gherman O., Turcu C.E., Turcu C.O. An Approach to Adaptive Microlearning in Higher Education, *15th International Technology, Education and Development Conference*: Online Conference. 8-9 March, 2021, INTED2021 Proceedings.
 20. Olga P. Pinchuk, Oleksandra M. Sokolyuk, Oleksandr Yu. Burov, Mariya P. Shyshkina. Digital transformation of learning environment: aspect of cognitive activity of students. *Pedahohika vyshchoi ta serednoi shkoly*. 2019. Vyp. 52. C. 22–38. URL: <https://journal.kdpu.edu.ua/ped/article/view/3774/3448>
 21. Schneider S., Beege M., Nebel S. et al. The Cognitive-Affective-Social Theory of Learning in digital Environments (CASTLE). *Educ Psychol Rev*. 2022. 34, 1–38. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10648-021-09626-5>

Отримано: 5.10.2025

УДК 004.8:37.018.43

DOI: 10.32626/2307-4507.2025-31.200-206

Олександр ЗАБОЛОТНИЙ

Державний заклад вищої освіти «Університет Менеджменту Освіти»

Національної академії педагогічних наук України

e-mail: zabolotniy.olexandr@gmail.com; ORCID: 0009-0000-5826-6395

ВПРОВАДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В ПРОФЕСІЙНИЙ РОЗВИТОК ПЕДАГОГІВ: МІЖНАРОДНІ ПІДХОДИ ТА УКРАЇНСЬКІ ПРАКТИКИ

Анотація. У статті представлено аналітичний огляд сучасних підходів до інтеграції технологій штучного інтелекту (ШІ) у професійний розвиток педагогів, з особливим акцентом на післядипломну освіту. Обґрунтовано актуальність проблематики у контексті цифрової трансформації освіти, що потребує не лише технічної підготовки педагогів, а й розвитку критичного мислення, етичної обізнаності та гнучких цифрових компетентностей. Проаналізовано міжнародні стратегічні документи (зокрема AI Competency Framework for Teachers від ЮНЕСКО) і результати досліджень Tan, Cheng, Ling щодо підготовки педагогів до роботи з ШІ. Висвітлено досвід Естонії, Польщі, Румунії, а також українські практики, виклики й перспективи інтеграції ШІ у підвищення кваліфікації викладачів. Окреслено потенціал використання ШІ у персоналізованому навчанні, автоматизованому оцінюванні й адаптації освітнього середовища до індивідуальних потреб педагогів. Сформульовано напрямки подальших досліджень у цій сфері.

Ключові слова: штучний інтелект; підвищення кваліфікації педагогів; цифрові компетентності; післядипломна освіта; етичні аспекти; освітні стратегії; професійний розвиток викладачів; цифрова трансформація освіти.

Вступ. Інтенсивний розвиток цифрових технологій, зокрема систем штучного інтелекту (ШІ), значною мірою змінює сучасну освітню парадигму. Мова йде не лише про просте впровадження нових технологічних інструментів, а й про глибокі зміни ролей, відповідальностей і взаємодій учасників педагогічного процесу. На сьогодні штучний інтелект здатен виконувати завдання, що донедавна вважалися виключно людськими, зокрема оцінювання знань, адаптацію навчального контенту, забезпечення зворотного зв'язку, а також управління освітніми середовищами. У такій ситуації викладач перестає бути просто транслятором знань і набуває ролі фасилітатора, критичного аналітика та дизайнера цифрового освітнього середовища.

В умовах воєнного стану, соціальної нестабільності та активного процесу цифровізації українська

система освіти стикається з додатковими викликами. Внаслідок цього педагоги мають справу зі значним зростанням методичного, психологічного, організаційного і технічного навантаження. Водночас від них очікується вища гнучкість, здатність швидко інтегрувати новітні технології, зокрема системи штучного інтелекту, у свою щоденну практику. У зв'язку з цим особливого значення набуває професійний розвиток педагогів, зокрема в системі післядипломної освіти, яка повинна формувати у викладачів необхідні компетентності для ефективної реакції на актуальні виклики та здатність до постійного професійного зростання.

Попри значний потенціал штучного інтелекту для підтримки педагогів та розширення їхніх можливостей, багато країн, у тому числі й Україна, ще не мають сформованих стратегій розвитку ШІ-компетентностей

серед педагогічних працівників. Це може призводити до зниження якості освіти та негативно впливати на самореалізацію викладача як фахівця. Без чіткої стратегії та інституційної підтримки викладачі змушені самостійно освоювати нові технології, що спричиняє фрагментарність цифрових практик і підсилює професійне вигорання.

Актуальність цього дослідження визначається потребою в комплексному аналізі сучасних підходів до використання штучного інтелекту в освіті, особливо у контексті підвищення кваліфікації викладачів закладів вищої освіти. Важливим аспектом є вивчення міжнародного досвіду, включно зі стратегіями, рамками компетентностей і моделями професійного розвитку, а також аналіз національних практик, адаптованих до особливостей української освітньої реальності.

Актуальні наукові дослідження та аналіз проблем: Використання технологій штучного інтелекту (ШІ) в освітньому просторі набуває дедалі більшого значення в міжнародних наукових дослідженнях. Значний інтерес науковців викликає питання застосування цих технологій саме у контексті професійного розвитку педагогів, що зумовлено стрімким прогресом цифрових технологій та потребою адаптації викладачів до нових освітніх викликів. Аналіз міжнародної наукової літератури за період 2015–2024 років демонструє суттєву диспропорцію у розподілі уваги дослідників: близько 65% праць присвячені безпосередньому використанню ШІ у навчальному процесі (наприклад, чат-боти, адаптивні навчальні системи, автоматизоване оцінювання), натомість лише 35% робіт акцентують увагу на аспектах професійного розвитку викладачів в умовах цифровізації освіти. Така ситуація свідчить про недостатню увагу до педагога як центральної фігури інтеграції ШІ у освітній процес, що потребує додаткового дослідження і стратегічних рішень на рівні освітньої політики [1].

У дослідженні Xiao Tan, Gary Cheng, Man Ho Ling (2025) [1] зазначено, що перспективним напрямом подальших досліджень є потенціал ШІ у підвищенні кваліфікації педагогічних кадрів. Особлива увага приділяється не лише технічному аспекту підготовки педагогів, але й питанням етичності, прозорості алгоритмів, конфіденційності даних і ризикам цифрового вигорання. Для українського освітнього середовища ці питання мають особливу актуальність у контексті трансформації освітньої системи та необхідності оновлення підходів до післядипломної педагогічної освіти. За даними ЮНЕСКО на 2022 рік, лише сім країн мали національні рамки ШІ-компетентностей для викладачів, що свідчить про глобальну новизну та складність цієї проблематики [5].

Виокремлено кілька перспективних напрямів, які можуть слугувати основою для розроблення ефективних програм професійного розвитку. Це, зокрема, впровадження інтерактивних систем на базі ШІ для персоналізації навчального процесу, автоматизація оцінювання педагогічних компетенцій та аналітичне прогнозування освітніх потреб з використанням великих даних. Наголошується на важливості міждисциплінарного підходу, що інтегрує педагогіку, психологію та інформаційні технології [1].

Також автори звертають увагу на вплив оволодіння педагогами ШІ-технологіями на їхню професійну

впевненість. Практичне освоєння інструментів штучного інтелекту позитивно впливає на самооцінку викладачів, посилює їхню мотивацію до впровадження інноваційних методик та підвищує здатність адаптуватися до нових умов роботи. Найбільш ефективними визнаються програми, що поєднують технічну підготовку з практичним аналізом кейсів та постійною методичною підтримкою.

Цікавими у цьому контексті є приклади країн Східної Європи, які активно впроваджують ШІ у власні освітні системи. В Естонії педагоги переважно позитивно оцінюють можливості штучного інтелекту, наголошуючи на його потенціалі у автоматизації оцінювання, підборі навчальних матеріалів та оптимізації адміністративних завдань. Водночас, зауважується наявність побоювань щодо етичних аспектів і нестачі технічної підготовки [7]. У Румунії на 2025 рік заплановане впровадження ШІ-асистента Sago, орієнтованого на підтримку здобувачів освіти і викладачів шляхом персоналізації рекомендацій, аналізу навчальних досягнень і прогнозування ризиків відсіву учнів [8]. Ці приклади підтверджують важливість системної підготовки педагогів до інтеграції інтелектуальних технологій у навчальний процес.

Національні дослідження також виявляють подібні тенденції. Зокрема, Власова В.П., Науменко Т.С. та Різак Г.В. (2025) [2] відзначають, що впровадження ШІ у професійний розвиток педагогів не лише сприяє підвищенню якості навчального процесу, але й формує важливі цифрові та етичні компетентності. Автори підкреслюють необхідність розвитку критичного мислення викладачів у контексті цифрових ризиків, таких як поширення недостовірної інформації, цифрова нерівність та загрози академічній доброчесності.

Корисним орієнтиром може слугувати європейська рамка DigCompEdu, яка широко використовується в країнах ЄС для формування цифрової компетентності педагогів та інтегрується в національні освітні стратегії [6].

У контексті українських реалій сучасні дослідження фокусуються на прикладних аспектах розвитку цифрової компетентності педагогів в умовах цифровізації післядипломної освіти. Зокрема, Кириченко М.О., Карташова Л.А. та Сорочан Т.М. (2024) [4] підкреслюють потенціал інструментів штучного інтелекту у підтримці процесів планування освітніх траєкторій, генерації навчального контенту та моніторингу результатів навчання. Вони наводять приклади практичного використання платформ Fetchy, Otter.ai та Diffit як ефективних інструментів цифрової трансформації післядипломної освіти.

Розширене бачення цифрової готовності викладачів запропоновано у дослідженні Морзе Н.В., Бойко М.А., Струтинської О.В., Смирнові Трибульської Є.М. (2024) [10], де на основі опитування понад 200 учасників окреслено наявність мотивації до самонавчання, водночас з обмеженим розумінням потенціалу ШІ. Це підкреслює потребу у розвитку етичної, педагогічної та технічної складових цифрової компетентності. Автори також вказують на доцільність доповнення європейської рамки DigCompEdu аспектами, пов'язаними зі штучним інтелектом – зокрема критичним осмисленням його можливостей і ризиків, створенням навчальних матеріалів із використан-

ням ІІІ, формувальним оцінюванням і забезпеченням цифрової безпеки.

У свою чергу, Антошук С.В. (2023) [13] наголошує на важливості формування прикладних цифрових навичок у майбутніх педагогів через участь у сертифікаційних програмах та розвитку м'яких навичок – критичного мислення, командної взаємодії, креативності.

Концептуальне обґрунтування багатовимірної моделі цифрової компетентності педагогів представлено у праці Гуменного О.Д., Зеленської О.М. та Марченко О.Г. (2025) [11], де інтегруються міжнародні стандарти (зокрема DigCompEdu) з українським освітнім контекстом.

Питання використання генеративного ІІІ в освітньому процесі аналізується в дослідженні Папач О.І., Мельничука В.В. та Антонової В.А. (2024) [12], де автори акцентують на потребі етичних стандартів, нормативного регулювання та формування відповідальної культури застосування таких технологій у створенні дидактичних матеріалів.

Отже, аналіз міжнародного та національного досвіду свідчить про нагальну потребу системного оновлення підходів до професійного розвитку педагогічних працівників. Особливої уваги потребує формування компетентностей, пов'язаних зі штучним інтелектом, спираючись як на ефективні міжнародні моделі, так і на адаптовані до національної специфіки рішення.

Мета статті полягає у аналізі міжнародного та українського досвіду застосування ІІІ в освіті, визначення переваг, викликів і перспектив.

Виклад основних матеріалів: У цьому розділі здійснено аналіз основних міжнародних та українських напрацювань щодо інтеграції технологій штучного інтелекту (ІІІ) у сферу підвищення кваліфікації педагогів. Особливу увагу приділено практичним моделям навчання, бар'єрам та мотиваційним чинникам, які впливають на ефективність таких процесів.

На міжнародному рівні вагомий внесок у формування підходів до професійного розвитку педагогічних кадрів у контексті поширення ІІІ зробила організація ЮНЕСКО [5], яка в 2024 році представила AI Competency Framework for Teachers. У цьому документі зафіксовано перехід від традиційної освітньої моделі взаємодії «вчитель – учень» до складнішої та багатовекторної моделі «вчитель – ІІІ – учень». Така зміна вимагає не лише технічних знань від педагогів, але й фундаментального переосмислення їхньої ролі в освітньому середовищі, розвитку етичної свідомості та критичного ставлення до впливу технологій.

Важливим акцентом документа є констатація недостатнього рівня підготовки педагогічних працівників до застосування ІІІ-технологій: станом на 2022 рік лише сім країн світу мали сформовані національні рамки ІІІ-компетентностей для педагогів. Це підтверджує глобальну необхідність створення системних підходів до професійної підготовки у сфері ІІІ. Запропонована ЮНЕСКО рамка передбачає можливість адаптації до специфічних національних, культурних і освітніх умов різних країн. Основною метою цієї ініціативи є підготовка педагогів нового типу, які можуть ефективно інтегрувати ІІІ в освітню діяльність, володіють критичним мисленням, здатні дотримуватись етичних стандартів та сприяти сталому розвитку освіти (UNESCO, 2024).

Одним із пріоритетних напрямів міжнародних досліджень щодо інтеграції ІІІ у педагогічну діяльність є розробка спеціалізованих програм професійного розвитку педагогів. Серед вагомих робіт можна виокремити дослідження Xiao Tan, Gary Cheng, Man Ho Ling (2025) [1], які визначають чотири головні напрями для реалізації таких програм: формування AI-грамотності педагогів, підготовка до роботи зі спеціалізованими ІІІ-інструментами, переосмислення педагогічних підходів з урахуванням ІІІ та постійна організаційна підтримка викладачів.

Зокрема, дослідники наголошують на необхідності формування критичного мислення педагогів щодо можливостей і етичних ризиків, пов'язаних із застосуванням ІІІ. Особливе значення має практична підготовка педагогів до роботи з адаптивними системами навчання, автоматизованими оцінювальними технологіями та генеративними моделями (наприклад, ChatGPT), що дозволяють суттєво підвищити ефективність освітнього процесу через персоналізацію навчання. Водночас використання таких інструментів позитивно впливає на самооцінку педагогів та їхню мотивацію до подальшого професійного зростання.

Інтеграція ІІІ також передбачає зміну педагогічних ролей, орієнтуючи викладачів на позицію фасилітатора навчального процесу, де технології виступають інструментом для посилення педагогічного впливу, а не заміною викладача. Важливими в цьому контексті стають інтерактивні та проєктно-орієнтовані педагогічні стратегії, що дозволяють ефективніше застосовувати ІІІ в щоденній діяльності педагогів.

Ключовим також є створення організаційних умов для безперервного професійного навчання педагогів, зокрема через формування спеціалізованих освітніх центрів, онлайн-платформ і професійних спільнот. За результатами міжнародних досліджень, найефективнішими є ті програми, що поєднують навчання технічним навичкам із практичними кейсами і надають педагогам системну підтримку у процесі застосування набутих знань [1].

Аналогічні трансформації професійного розвитку педагогів активно відбуваються і в країнах Східної Європи. Наприклад, в Естонії, за результатами дослідження Chounta et al. (2022) [7], педагоги початкової та середньої школи загалом позитивно ставляться до використання ІІІ для автоматизації рутинних завдань, таких як оцінювання та підбір матеріалів. Водночас педагоги висловлюють занепокоєння щодо недостатньої цифрової підготовленості та ризиків, пов'язаних із заміщенням людської взаємодії алгоритмами. Автори наголошують на важливості залучення викладачів до процесів етичного проєктування освітніх систем на основі ІІІ та створення умов для формування їх рефлексивних і технічних компетентностей.

У Румунії важливим кроком у впровадженні штучного інтелекту стало введення ІІІ-асистента Sago, розробленого організацією Digital Nation. Із 2025 року цей асистент використовуватиметься у шкільній освіті для персоналізованої підтримки учнів, моніторингу їхнього навчального прогресу, профілактики відсіву, а також для допомоги педагогам у плануванні освітнього процесу [8]. Цей приклад демонструє можливість масштабного впровадження ІІІ навіть у країнах із пострадянською освітньою спадщиною з акцентом на системних освітніх результатах.

У Польщі в 2024 році було презентовано проєкт «Політики цифрової трансформації освіти», де одним із десяти ключових напрямів визначено впровадження штучного інтелекту в освітній процес та підготовку викладачів до роботи з цифровими технологіями [9]. Основну увагу приділено оновленню освітніх програм, розвитку цифрової дидактики й створенню умов для постійної підтримки педагогів у процесі цифрової трансформації.

Європейська рамка цифрових компетентностей педагогів DigCompEdu, запропонована Європейською комісією, може слугувати важливим орієнтиром для української системи освіти. Цей документ структурує цифрові навички викладачів у шести ключових сферах: професійна взаємодія, створення цифрового контенту, оцінювання навчальних досягнень, підтримка учнів тощо. В країнах ЄС DigCompEdu активно інтегрується у національні освітні стратегії через професійні навчальні курси й інструменти самодіагностики. Для України ця рамка може бути адаптована для визначення рівня цифрової підготовки педагогів, зокрема щодо використання ШІ-інструментів.

Українські дослідники Власова В.П., Науменко Т.С., Різак Г.В. (2025) [2] наголошують на важливості формування цифрових компетентностей педагогів як однієї з головних умов успішного впровадження ШІ в освітню діяльність. Особливий акцент автори роблять на розробленні адаптивних освітніх моделей, що максимально враховують індивідуальні особливості та потреби як учнів, так і педагогів. Згідно з їхніми дослідженнями, інтеграція ШІ сприяє не тільки підвищенню ефективності навчання, а й забезпечує динамічну адаптацію педагогічного процесу до сучасних цифрових умов.

Водночас сучасні українські дослідження показують неоднозначність ставлення педагогів до використання ШІ у їхній професійній діяльності. За результатами всеукраїнського дослідження Projector Creative & Tech Institute, Малої академії наук України та компанії Factum Group Ukraine (2023) [3], більшість педагогів уже мають досвід використання ШІ-інструментів, таких як ChatGPT або платформа «На Урок». При цьому частина педагогів висловлює занепокоєння щодо технічної неготовності шкіл, вікових обмежень у опануванні технологій, ризиків помилок систем ШІ та втрати значення людської комунікації в освітньому процесі.

Проте існує і протилежна тенденція: значна частина педагогів позитивно сприймає інтеграцію ШІ, вбачаючи в цьому можливість суттєво підвищити якість освіти, зробити її більш персоналізованою та цікавою. Для таких викладачів ШІ стає засобом професійного зростання й реалізації свого педагогічного потенціалу в нових цифрових умовах (Власова В.П., Науменко Т.С., Різак Г.В., 2025) [2].

Більше того, дослідження Кириченко М.О., Карташової Л.А., Сорочан Т.М. (2024) пропонує комплексний підхід до управління професійним розвитком педагогів у системі післядипломної освіти, акцентуючи на критичній ролі цифрових технологій та штучного інтелекту. Автори обґрунтовують, що традиційні форми підвищення кваліфікації більше не відповідають динаміці сучасних викликів – цифровізація суспільства, пандемія, повномасштабна війна в Україні призвели до необхідності радикального переосмис-

лення методів професійної підготовки. AI інструменти розглядаються як потужні засоби підтримки освітніх процесів: від планування індивідуальних освітніх траєкторій і формування навчального контенту до аналітики навчальних результатів. Зокрема, платформи Fetchy, Otter.ai та Diffit були апробовані авторами як приклади практичного використання ШІ для автоматизації завдань, адаптації контенту та створення інноваційного освітнього середовища [4].

Крім технологічних інновацій, у дослідженні висвітлено результати впровадження понад 30 моделей організації професійного розвитку для 61 категорії слухачів, що забезпечують гнучкість та персоналізацію. Згідно з даними моніторингу, більшість педагогів, які брали участь у програмах підвищення кваліфікації, відзначили високий рівень актуальності змісту, професійності викладачів та ефективності використання цифрових інструментів. Висновки авторів також наголошують на важливості управлінських функцій у сфері післядипломної освіти – таких як цілепокладання, планування, організація, контроль і аналіз – які можуть бути істотно оптимізовані завдяки інтеграції штучного інтелекту. За таких умов педагог розглядається не лише як носій знань, а як активний суб'єкт цифрової трансформації освіти, здатний використовувати ШІ для посилення власної автономії, ефективності та стійкості в умовах кризи [4].

Окрему увагу заслуговують результати дослідження Морзе Н.В., Бойко М.А., Струтинська О.В., Смирнова-Трибульська Є.М. (2024), які поглиблюють розуміння індивідуального виміру цифрової готовності педагогів до використання штучного інтелекту. Емпіричне опитування понад 200 педагогічних працівників і студентів педагогічних спеціальностей виявило позитивну динаміку в самооцінці цифрових навичок, водночас засвідчивши обмежене розуміння можливостей ШІ та невпевненість у його практичному застосуванні. Дослідники наголошують на потребі оновлення підходів до професійного розвитку вчителів із фокусом на етичну, педагогічну й технічну складові використання штучного інтелекту в навчанні. Зокрема, відзначено високий рівень мотивації педагогів до самонавчання, що свідчить про доцільність впровадження програм із підвищення кваліфікації, зорієнтованих на розвиток прикладних ШІ-компетентностей.

У рамках запропонованого авторами аналізу цифрової компетентності педагогів наголошено на необхідності доповнення європейської рамки DigCompEdu новими аспектами, пов'язаними зі штучним інтелектом. До таких аспектів, на думку авторів, належать: здатність критично осмислювати потенціал і ризики ШІ в освіті; уміння розробляти та інтегрувати навчальні матеріали з використанням ШІ; застосування інструментів формування оцінювання та аналітики даних на основі інтелектуальних технологій; забезпечення цифрової безпеки та захисту персональних даних учнів; а також постійний розвиток власної ШІ-компетентності в контексті професійної еволюції педагога. Таким чином, результати дослідження підтверджують необхідність міждисциплінарного та критично орієнтованого підходу до цифрової трансформації професійного розвитку освітян [10].

Також важливо зазначити, що ефективне формування цифрової компетентності педагогічних працівників передбачає не лише оволодіння інструментами

штучного інтелекту, але й загальну цифрову грамотність, здатність до міждисциплінарного мислення та безперервного професійного розвитку. У цьому контексті цінним є досвід, представлений у дослідженні Антошук С. В. (2023), де підкреслюється необхідність розвитку як прикладних цифрових навичок (робота з програмним і мережевим забезпеченням, кібербезпека), так і м'яких навичок (критичне мислення, командна взаємодія, креативність), зокрема через залучення до міжнародних сертифікаційних курсів. Такий підхід створює ґрунт для адаптації педагогів до технологічних змін і водночас посилює їхню конкурентоспроможність, що є актуальним також у контексті використання технологій ШІ в освіті [13].

Значний внесок у розвиток національної методології цифрової трансформації освіти зроблено в роботі Гуменного О.Д., Зеленської О.М. та Марченко О.Г. (2025), де обґрунтовано концепцію цифрової компетентності педагогів як багатовимірного конструкта, що охоплює когнітивний, технологічний, методичний і організаційно-управлінський компоненти. У статті запропоновано інтегративну модель розвитку цифрової компетентності, яка поєднує міжнародні рамкові документи (DigCompEdu) з адаптацією до українського контексту та містить інструменти оцінювання, сертифікації, інституційної підтримки й диференціації цифрових засобів за галузями. Особливо підкреслено значення створення внутрішніх стратегій цифровізації освітніх закладів і формування цифрової культури педагогічного колективу як передумови для сталого професійного розвитку в умовах воєнних та повоєнних викликів [11].

У контексті сучасної дискусії щодо впровадження генеративного штучного інтелекту в освіту, українські дослідники наголошують на необхідності системного і збалансованого підходу. Зокрема, у статті Папач О.І., Мельнічук В.В., Антонова В.А. (2024) акцентується на тому, що використання ШІ для автоматизації створення дидактичних матеріалів має супроводжуватися чіткими нормативними й етичними засадами. Серед ключових викликів автори виділяють загрози академічній доброчесності, ризики порушення конфіденційності, а також потребу у формуванні етичної культури застосування ШІ серед педагогічної спільноти [12].

Висновки та перспективи подальших досліджень: Проведений аналіз свідчить, що успішне впровадження технологій штучного інтелекту (ШІ) в освітню сферу залежить не лише від технологічних чинників, а й від педагогічної, етичної та організаційної готовності. У сучасних умовах викладач має виступати не просто користувачем цифрових інструментів, а критичним аналітиком їхнього змісту, посередником між технологією та людиною, здатним гнучко адаптувати освітній процес до динамічних цифрових трансформацій.

Системні підходи, представлені в міжнародних стратегічних документах, зокрема в AI Competency Framework for Teachers (UNESCO, 2024) [5], а також практичний досвід країн Східної Європи, демонструють як потенціал, так і складнощі інтеграції ШІ в освітню діяльність педагогів. Особливої уваги заслуговують результати дослідження Xiao Tan, Gary Cheng і Man Ho Ling (2025) [1], які визначили чотири стратегічні напрями розвитку професійної підготовки викладачів: формування AI-грамотності, підготовку до роботи зі спеціалізованими інструментами, переосмис-

лення педагогічних підходів із урахуванням технологій ШІ та створення системної підтримки викладачів. Запропоновані підходи можуть стати методологічним орієнтиром для системи післядипломної педагогічної освіти в Україні, особливо в аспектах розвитку критичного мислення та етичної відповідальності педагогів.

Український досвід підтверджує наявність як позитивних зрушень, так і низки бар'єрів – технічних, психологічних і методичних. Зокрема, результати досліджень Власової В.П., Науменко Т.С. та Різак Г.В. (2025) [2] і всеукраїнського опитування Projector Creative & Tech Institute, Малої академії наук України та Factum Group Ukraine (2023) [3] показують, що, попри зростання інтересу педагогів до використання інструментів ШІ, зберігаються значні відмінності у рівні цифрової готовності, вікові обмеження, проблеми технічного забезпечення та недостатнє розуміння педагогічних можливостей ШІ. Такі результати підтверджують необхідність комплексної підтримки педагогів – від розвитку цифрової грамотності до створення безпечного та етично орієнтованого освітнього середовища.

Вітчизняні дослідження Кириченко М.О., Карташової Л.А. та Сорочан Т.М. (2024) [4], Морзе Н.В., Бойко М.А., Струтинської О.В. та Смирнові-Трибульської Є.М. (2024) [10], Гуменного О.Д., Зеленської О.М. та Марченко О.Г. (2025) [11] демонструють активне формування інноваційних моделей підвищення кваліфікації педагогів, які інтегрують ШІ-інструменти у планування освітніх траєкторій, створення контенту та аналітику навчальних результатів. Дослідники наголошують на важливості розвитку цифрової культури педагогічних колективів і доповнення рамки DigCompEdu новими аспектами, що відображають специфіку ШІ-компетентностей.

Важливою умовою ефективного професійного розвитку є також формування прикладних і м'яких навичок, на чому наголошує Антошук С.В. (2023) [13], зокрема через участь у сертифікаційних програмах, розвиток критичного мислення, командної взаємодії та креативності. Питання етичного та нормативного супроводу застосування генеративних ШІ-технологій, висвітлені у роботі Папач О.І., Мельнічука В.В. та Антонової В.А. (2024) [12], залишаються ключовими для формування відповідальної цифрової культури в освіті.

Успішна інтеграція ШІ в систему професійного розвитку педагогів можлива лише за умови поєднання інституційної підтримки, стратегічного планування, етичних стандартів і розвитку аналітичних компетентностей у роботі з великими даними. Перспективними напрямами подальших досліджень є вивчення ефективності різних моделей формування ШІ-компетентностей педагогів, аналіз їхнього впливу на педагогічну практику та створення сталих моделей взаємодії в системі «викладач → ШІ → здобувач освіти» в умовах цифрової трансформації.

Список використаних джерел:

1. Tan, X., Cheng, G., & Ling, M.H. (2025). Artificial intelligence in teaching and teacher professional development: A systematic review. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 8, 100355. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2024.100355>
2. Власова В.П., Науменко Т.С., Різак Г.В. Про використання штучного інтелекту в підготовці педагогів для підвищення цифрових компетенцій. *Академічні візії*. 2025. 41. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.15064807>

3. Результати всеукраїнського дослідження про перспективи ШІ в загальній середній освіті. *Міністерство освіти і науки України*: офіційний сайт. 20.12.2023. URL: <https://mon.gov.ua/news/rezultati-vseukrainskogo-doslidzhennya-pro-perspektivi-shi-v-zagalnyi-seredniy-osviti>
4. Кириченко М.О., Каргашова Л.А., Сорочан Т.М. Управління професійним розвитком педагогів: технології штучного інтелекту. *Освіта для цифрової трансформації суспільства / Edukacja dla cyfrowej transformacji społeczeństwa / Education for digital transformation of society*: монографія. У 2 т. Т. 1. / за наук. ред. В. Кременя, Н. Ничкало, Л. Лук'янові, Н. Лазаренко. Київ, 2024. С. 168–181. URL: https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/742488/1/Monografia_t1_el.pdf#page=168
5. UNESCO. (2024). AI Competency Framework for Teachers. DOI: <https://doi.org/10.54675/ZJTE2084>
6. European Commission. (2017). European Framework for the Digital Competence of Educators – DigCompEdu. URL: <https://ec.europa.eu/jrc/en/digcompedu>
7. Chounta, I.-A., Saia, S., Römer, J., & Krüger, M. (2022). Exploring Teachers' Perceptions of Artificial Intelligence as a Tool to Support their Practice in Estonian K-12 Education. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 32, 131–168. URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s40593-021-00243-5>
8. Romania Insider (2024, November 28). Saro, a digital AI assistant, to be implemented in Romanian schools starting April 2025. URL: <https://www.romania-insider.com/saro-digital-nation-ro-schools-apr-2025>
9. Eurydice (2024, August 28). Poland: Draft resolution – Digital transformation policy in education. URL: <https://eurydice.eacea.ec.europa.eu/news/poland-draft-resolution-digital-transformation-policy-education>
10. Морзе Н.В., Бойко М.А., Струтинська О.В., Смирнова-Трибульська С.М. Якою має бути цифрова компетентність вчителів у галузі використання штучного інтелекту? *Відкрите освітнє е-середовище сучасного університету*. 2024. 16. С. 76–91. DOI: <https://doi.org/10.28925/2414-0325.2024.166>
11. Гуменний О.Д., Зеленська О.М., Марченко О.Г. Методичні засади розвитку цифрової компетентності педагогічних працівників закладів освіти: практичні орієнтири та інструменти. *Педагогічна Академія: наукові записки*. 2025. 22. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.17214022>
12. Папач О.І., Мельничук В.В., Антонова В.А. Використання генеративного штучного інтелекту в освітньому процесі: методологічні, технологічні та регуляторні аспекти. *Педагогічна Академія: наукові записки*. 2024. 16. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.15079712>
13. Антошук С.В. Підвищення цифрової компетентності здобувача технічної освіти в закладах фахової передвищої освіти. *Вісник післядипломної освіти. Серія «Педагогічні науки»*. 2023. 26 (55). С. 36–49. URL: <https://ojs.uem.edu.ua/index.php/vpo/article/view/657/1382>

Oleksandr ZABOLOTNII

State Institution of Higher Education "University of Educational Management" of National Academy of Educational Sciences of Ukraine

IMPLEMENTATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE TECHNOLOGIES IN TEACHERS' PROFESSIONAL DEVELOPMENT: INTERNATIONAL APPROACHES AND UKRAINIAN PRACTICES

Abstract. The article presents an analytical overview of current approaches to integrating artificial intelligence (AI) technologies into the professional development of educators, with a particular focus on postgraduate education. The relevance of the topic is substantiated in the

context of the digital transformation of education, which requires not only technical training but also the development of critical thinking, ethical awareness, and flexible digital competencies. The study analyses key international policy frameworks, including UNESCO's AI Competency Framework for Teachers, and empirical research by Tan, Cheng, and Ling on preparing teachers to work with AI tools. The paper highlights cases from Estonia, Poland, and Romania, as well as Ukrainian practices, challenges, and opportunities for enhancing teacher qualifications in the digital era. The potential of AI for personalized learning, automated assessment, and adaptive educational environments is emphasized. Future research directions are proposed to support the sustainable and ethical integration of AI into teacher education systems.

Key words: artificial intelligence; in-service teacher training; digital competencies; postgraduate education; ethical aspects; educational strategies; professional development of educators; digital transformation of education.

References:

1. Tan, X., Cheng, G., & Ling, M.H. (2025). Artificial intelligence in teaching and teacher professional development: A systematic review. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 8, 100355. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2024.100355>
2. Vlasova V.P., Naumenko T.S., Rizak H.V. Pro vykorystannia shchuchnoho intelektu v pidhotovtsi pedahohiv dlia pidvyshchennia tsyfrovyykh kompetentsii. *Akademichni vizii*. 2025. 41. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.15064807>
3. Rezultaty vseukrainskoho doslidzhennia pro perspektivy shi v zahalnyi seredniy osviti. *Ministerstvo osvity i nauky Ukrainy: ofitsiyni sait*. 20.12.2023. URL: <https://mon.gov.ua/news/rezultati-vseukrainskogo-doslidzhennya-pro-perspektivi-shi-v-zagalnyi-seredniy-osviti>
4. Kyrychenko M.O., Kartashova L.A., Sorochan T.M. Upravlinnia profesiinym rozvytkom pedahohiv: tekhnologii shchuchnoho intelektu. *Osvita dlia tsyfrovoy transformatsii suspilstva / Edukacja dla cyfrowej transformacji społeczeństwa / Education for digital transformation of society*: monohrafiia. U 2 t. T. 1. / za nauk. red. V. Kremenia, N. Nychkalo, L. Lukianovoi, N. Lazarenko. Kyiv 2024. S. 168–181. URL: https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/742488/1/Monohrafiia_t1_el.pdf#page=168
5. UNESCO. (2024). AI Competency Framework for Teachers. DOI: <https://doi.org/10.54675/ZJTE2084>
6. European Commission. (2017). European Framework for the Digital Competence of Educators – DigCompEdu. URL: <https://ec.europa.eu/jrc/en/digcompedu>
7. Chounta, I.-A., Saia, S., Römer, J., & Krüger, M. (2022). Exploring Teachers' Perceptions of Artificial Intelligence as a Tool to Support their Practice in Estonian K-12 Education. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 32, 131–168. URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s40593-021-00243-5>
8. Romania Insider (2024, November 28). Saro, a digital AI assistant, to be implemented in Romanian schools starting April 2025. URL: <https://www.romania-insider.com/saro-digital-nation-ro-schools-apr-2025>
9. Eurydice (2024, August 28). Poland: Draft resolution – Digital transformation policy in education. URL: <https://eurydice.eacea.ec.europa.eu/news/poland-draft-resolution-digital-transformation-policy-education>
10. Morze N.V., Boiko M.A., Strutynska O.V., Smyrnova-Trybulska Ye.M. Yakoiu maie buty tsyfrova kompetentnist vchyteliv u haluzi vykorystannia shchuchnoho intelektu? *Vidkryte osvityne e-seredovyshche suchasnoho universytetu*. 2024. 16. S. 76–91. DOI: <https://doi.org/10.28925/2414-0325.2024.166>

11. Humennyi O.D., Zelenska O.M., Marchenko O.H. Metodichni zasady rozvytku tsyfrovoy kompetentnosti pedahohichnykh pratsivnykiv zakladiv osvity: praktychni oriientyry ta instrumenty. *Pedahohichna Akademiia: naukovy zapysky*. 2025. 22. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.17214022>
12. Papach O.I., Melniichuk V.V., Antonova V.A. Vykorystannia heneratyvnoho shtuchnoho intelektu v osvithnomu protsesi: metodolohichni, tekhnolohichni ta rehuliatorni aspekty. *Pedahohichna Akademiia: naukovy zapysky*. 2024. 16. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.15079712>
13. Antoshchuk S.V. Pidvyshchennia tsyfrovoy kompetentnosti здобувача технічної освіти в закладах фхової передвйшчої освіти. *Visnyk pislidyplomnoi osvity. Seriia «Pedahohichni nauky»*. 2023. 26 (55). S. 36–49. URL: <https://ojs.uem.edu.ua/index.php/vpo/article/view/657/1382>

Отримано: 26.10.2025

УДК 378.018.8

DOI: 10.32626/2307-4507.2025-31.206-210

Олексій ЗЕЛЕНСЬКИЙ¹, Альона ДИНИЧ²¹Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка²ТОВ «Фаховий передвищій коледж Оптіма Україна», м. Київe-mail: ¹zelenskyi@kpnpu.edu.ua, ²alona.dynych@gmail.com;ORCID: ¹0000-0002-4969-0132, ²0000-0003-4592-5843

ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ШКІЛЬНОЇ МАТЕМАТИЧНОЇ ОСВІТИ: КОНТЕКСТ, НАОЧНІСТЬ ТА ІНТЕГРАЦІЯ ШІ

Анотація. Стаття пропонує скоординований підхід до оновлення шкільної математичної освіти, що поєднує три взаємопов'язані вектори: наскрізну контекстуалізацію змісту з опорою на реальні дані, прикладні сюжети та елементи моделювання; динамічну наочність через інтерактивні цифрові середовища та помірні ігрові механіки; керовану інтеграцію інструментів штучного інтелекту (ШІ) як засобів підтримки формувального оцінювання, індивідуальних траєкторій і самостійного міркування. Розкрито приклади «живих» кейсів, які «приземляють» базові теми (відсотки, пропорції, елементи геометрії та статистики) у повсякденні ситуації учня, зокрема через роботу з цінами, податками, маршрутами, вимірюваннями та локальними наборами даних. Деталізовано дидактичну логіку платформи individualmath.com (структура мікроуроків «одна ідея – один екран», «дерево запитань», поетапні підказки), а також надано стислий огляд можливостей Khan Academy, Desmos Classroom і GeoGebra для візуалізації понять, організації класної дискусії та швидкого зворотного зв'язку. Сформульовано вимоги до «ШІ-наставника», дружнього для дітей і підлітків: короткі змістовні натяжки замість готових відповідей, прозора історія підказок, налаштування доступності, локальна робота з даними там, де це можливо, і фокусування на поясненні кроків «власними словами». Мотиваційний компонент підсилено узагальненими історіями молодих засновників (комп'ютерний зір; оптимізаційні задачі), які демонструють зв'язок шкільних тем із реальними продуктами та сервісами. Окремо окреслено обережні уроки з успішних практик інших країн (Realistic Mathematics Education, «bar-modeling», lesson study, мережі підтримки вчителів) із наголосом на адаптації під локальний контекст, а не на механічному копіюванні. Запропонований підхід позиціонується як практикоорієнтована рамка навчального дизайну, що зміщує фокус із «накопичення тем» на конструювання досвіду учня – через контекст, візуалізацію та підтримувальні інтелектуальні підказки.

Ключові слова: математична освіта; контекстуалізація; динамічна візуалізація; інтерактивні середовища; GeoGebra; Desmos Classroom; Khan Academy; individualmath; штучний інтелект; формувальне оцінювання; індивідуальна освітня траєкторія; мотивація

Вступ. У закладах загальної середньої освіти на уроках математики спостерігається посилення відходу від життєвих контекстів і брак динамічної наочності, що знижує мотивацію учнів і поглиблює розрив між формулами на уроці та реальними ситуаціями з даними, вимірюваннями й рішеннями. У вітчизняному публічному дискурсі це проявляється як дефіцит базових умінь (зокрема роботи з відсотками) на тлі вивчення більш абстрактних тем, тоді як академічні огляди фіксують системні слабкості й кадрові виклики шкільної математичної освіти [8; 9; 10]. Використання цифрових платформ в Україні водночас має і переваги, і обмеження – доступність, дидактична інтеграція, нерівність можливостей – тож технологічні рішення не працюють автоматично без продуманого навчального дизайну [6].

Міжнародні дослідження показують, що подібні «вузькі місця» є і в західних системах: політика ранньої акселерації алгебри у 8-му класі має неоднозначні довгострокові наслідки та ставить питання справедливості доступу [3]; розвиток учнівських математичних тверджень і аргументації вимагає спеціально

спроектованих завдань та керованої підтримки вчителя [4]; узгодженість підручників і навчальних матеріалів із цілями навчання та реформ є ключовою передумовою стійких змін [5]. Отже, проблема не зводиться до того, щоб додати більше вправ, а потрібна інша логіка навчального дизайну.

Запропонований у статті підхід поєднує три взаємопов'язані напрями: 1 контекст – системну роботу з реальними даними, моделюванням і короткими сюжетами, що «приземляють» поняття; 2 наочність – динамічні візуалізації, симуляції та помірні ігрові механіки; 3 кероване впровадження ШІ – підказки та аналітика, які підтримують міркування, а не підміняють його. Такий підхід узгоджується з міжнародними рамками математичної грамотності PISA, де наголос зроблено на застосуванні математики у реальних ситуаціях, і з професійним баченням NCTM щодо задач, що викликають міркування, моделювання та обговорення рішень.

У локальному контексті практичні реалізації на кшталт individualmath.com демонструють, як мікроуроки «одна ідея – один екран», «дерева запитань» і

сценарні задачі зближують теми з досвідом учня та полегшують формувальне оцінювання [7]. Водночас результати українських досліджень щодо цифрових платформ підказують, що ефект залежить від якості дидактичної інтеграції та вирівнювання нерівностей доступу, а аналітичні огляди вказують на потребу системних змін у змісті, підручниках і підготовці вчителя. У підсумку мета полягає в тому, щоб кожна тема одразу працювала в житті учня, а цифрові інструменти – зокрема й ШІ-підказки – забезпечували адресну, своєчасну підтримку, підсилюючи міркування й перенос знань [1; 6; 9; 10].

Рамка PISA трактує математичну грамотність як здатність формулювати, застосовувати й інтерпретувати математику у різних контекстах, спираючись на міркування, моделювання, дані та комунікацію результатів; вона задає орієнтири для побудови завдань, які вимагають від учня переносити знання між реальними ситуаціями й формальними репрезентаціями. Професійний документ NCTM *Principles to Actions* конкретизує операціональні інструменти вчителя: добір якісних задач, що провокують міркування; оркестрацію дискусій і роботу з різними репрезентаціями; цілеспрямоване формувальне оцінювання; створення умов для обґрунтування та пояснення власними словами [1; 2].

Аналіз актуальних досліджень. Актуальні західні емпіричні дослідження уточнюють межі застосування політик і методик. Зокрема, політика ранньої акселерації алгебри в 8-му класі демонструє неоднозначні довгострокові наслідки і ставить питання справедливості доступу та диференціації підтримки для різних груп учнів [3]. Розвиток математичного міркування та побудови тверджень вимагає спеціально спроектованих навчальних середовищ і завдань із явною підтримкою вчителя на етапах формування, перевірки й аргументації висунутих учнями тверджень [4]. Успішність реформ залежить від якості та узгодженості навчально-методичних матеріалів (зміст, підручники, задачні лінії) з декларованими цілями навчання, і ця узгодженість виступає критичним чинником стійких змін [5].

У локальному полі цифрові платформи доцільні як частина продуманих дидактичних сценаріїв із чіткими місцями для пояснень, обговорення та рефлексії. Українські напрацювання фіксують як переваги (швидкий зворотний зв'язок, адаптивність), так і обмеження (доступ, нерівність, дидактична інтеграція) використання цифрових інструментів; водночас практичні реалізації типу *individualmath.com* демонструють потенціал мікроуроків, «дерев запитань» і сценарних завдань для підтримки формувального оцінювання й наближення змісту до досвіду учня. Додатково, аналітичні українські публікації вказують на системні слабкості та кадрові виклики шкільної математичної освіти, що підсилює потребу в узгодженні змісту, методики й підготовки вчителя із сучасними цілями навчання [9; 10].

Таким чином, і міжнародні рамки, і актуальні емпіричні результати підводять до спільного висновку: фокус має зміщуватися з накопичення тем до проєктування досвіду учня – через контекст (реальні дані, моделювання), динамічну наочність (візуалізації, симуляції, обговорення) та підтримувальні підказки ШІ, які розвивають самостійне міркування та перенос знань, а не підміняють навчальну працю.

Виклад основного матеріалу. Починаючи з середньої школи, життєвих прикладів у математиці стає менше: відсотки ще легко пов'язати з цінами, податками чи депозитами, тоді як теорему косинусів складно побачити без динамічного вимірювального сюжету; геометрія редується до завершених креслень, алгебра – до формул без симуляцій, а статистика – до таблиць без живих даних. Так формується розрив між уроком і повсякденними рішеннями, який у вітчизняному дискурсі додатково підсилюється системними слабкостями змісту й кадровими викликами. Міжнародні рамки та професійні орієнтири вказують, що математична грамотність має будуватися як здатність формулювати, застосовувати й інтерпретувати математику в реальних контекстах із наголосом на міркування, моделювання та роботу з даними. Емпіричні результати з західних систем підтверджують: політика ранньої акселерації алгебри в 8-му класі має неоднозначні довгострокові наслідки і потребує диференціації підтримки, аби не посилювати нерівність доступу [3]; розвиток учнівських тверджень і аргументації вимагає спеціально спроектованих завдань та оркестрованих обговорень [4]; успішність реформ значною мірою визначається узгодженістю підручників і задачних ліній із задекларованими цілями навчання [5].

Практична відповідь на цей розрив полягає не у збільшенні вправ, а в переорієнтації навчального дизайну: системному вплетенні коротких реалістичних сюжетів і локальних даних у кожен тему, періодичних міні-проектів, що змушують застосовувати поняття у вимірюваннях, маршрутах, бюджетах чи простій аналітиці, та послідовному використанні динамічної наочності й керованих дискусій, які роблять хід міркувань явним. Цифрові платформи у такій логіці – лише інструменти: їхній ефект з'являється тоді, коли вони вбудовані у продуманий дидактичний сценарій із місцем для пояснень, взаємоперевірок і рефлексії, а питання доступу й нерівностей враховані на етапі планування. Прикладом є мікроуроки «одна ідея – один екран», «дерева запитань» та сценарні задачі, що демонструють, як наближати абстрактні теми до досвіду учня і водночас підтримувати формувальне оцінювання [7]. У підсумку, цілісний курс, зібраний навколо контексту, динамічної візуалізації та керованої комунікації, зменшує когнітивний розрив, зміцнює перенос і підвищує якість учнівських аргументів – у відповідності до міжнародних рамок і локальних потреб оновлення шкільної математики.

Динамічні цифрові середовища зменшують розрив у розумінні між формулою та зміною параметрів, роблять невидимі структури видимими та підтримують роботу з даними, моделюванням і тлумаченням результатів у реальних контекстах – саме на цьому наполягають рамки математичної грамотності PISA та професійні орієнтири NCTM (задачі, що провокують міркування; багаті репрезентації; оркестрація дискусій) [1; 2]. У такій логіці *individualmath.com* реалізує мікроуроки за принципом «одна ідея – один екран», «дерева запитань» із натяками та поетапною перевіркою кроків, а також короткі сценарні задачі, що наближують теми (відсотки, пропорції, лінійні функції, рівняння/системи, подібність, елементи статистики) до досвіду учня; ці рішення водночас полегшують формувальне оцінювання й дають учителю змогу керувати обговоренням навколо стратегій міркування [7; 2]. Паралельно Khan

Academy забезпечує персональні траєкторії та миттєвий зворотний зв'язок, *Desmos Classroom* – динамічні графіки з поступовим відкриттям підказок, *GeoGebra* – побудови й трансформації в реальному масштабі, що дозволяє пов'язувати геометрію, алгебру та статистику в інтегровані сценарії [4; 6]. Сукупний ефект цих інструментів проявляється не автоматично, а за умови вбудованості у продуманий дидактичний сценарій із місцем для пояснень «власними словами», взаємоперевірок і рефлексії, що прямо узгоджується з підходами до розвитку учнівських тверджень і аргументації [2; 4].

Водночас якість результатів визначається узгодженістю задачних ліній і підручникових модулів із задекларованими цілями навчання: коли візуалізації та інтерактивні активності вписані в цілісний змістовий дизайн, вони підтримують стійкі уявлення про функції, геометричні відношення та статистичні узагальнення; коли ж такого узгодження бракує, ефект розсіюється. Українські напрацювання показують, що цифрові платформи дієві за наявності доступу, методичної інтеграції та механізмів вирівнювання нерівностей, інакше цифра легко перетворюється на формальне додавання вправ без приросту розуміння. У цьому контексті приклади на кшталт *individualmath* демонструють роль мікроуроків і «дерев запитань» як інструментів керованого міркування, що з'єднують візуалізацію з аргументацією; доповнення такими середовищами, як *Khan Academy*, *Desmos* і *GeoGebra*, створює різні канали входу для учнів і підсилює перенос знань до реальних ситуацій.

III у шкільній математиці варто розглядати не як генератор відповідей, а як асистент мислення, що підтримує формулювання, застосування й інтерпретацію математики в реальних контекстах відповідно до рамки математичної грамотності PISA та професійних орієнтирів NCTM (якісні задачі, багаті репрезентації, оркестрація обговорень, формувальне оцінювання). У такій логіці «III-наставник» працює через поступове підказування й перевірку ходу міркувань, а не через готові розв'язки: натяк → схема кроків → самоперевірка із вимогою пояснювати кроки «власними словами», перемикачем складності та прозорою історією підказок; мовлення – лаконічною, доступною українською з прикладами з повсякдення; інтерфейс – з інклюзивними налаштуваннями (шрифти, озвучення, темп), приватністю за замовчуванням і, де можливо, офлайн-кешем базового контенту. Вбудованість такого інструмента у дидактичний сценарій уроку (до/під час/після діяльності) дає вчителю дані для адресного формувального оцінювання й оркестрації дискусії, а учням – безпечний простір для проб і помилок без підміни навчальної праці.

Ключовий ефект III-наставника полягає у зменшенні тривоги й підвищенні наполегливості через інтелектуальні підказки, що спонукають ставити запитання, будувати та перевіряти власні твердження, а не копіювати відповіді; це узгоджується з дослідженнями розвитку математичного міркування й аргументації, які вимагають спеціально спроектованих середовищ для поетапної перевірки ідей [4]. Водночас дизайн має враховувати справедливість доступу та контекст використання цифрових інструментів у школі: ефект з'являється лише за умови продуманої інтеграції, методичної підтримки вчителя й уваги до нерівностей (український контекст цифрових платформ це

підтверджує) [6]; інакше існує ризик посилення розривів, про що застерігає й західна література щодо політик прискорення без достатньої диференціації підтримки [3]. Отже, III-наставник – це педагогічно керований інструмент, підпорядкований цілям курсу й узгоджений із задачними лініями та підручниковими модулями, що підтримує міркування, перенос знань і академічну доброчесність, не замінюючи вчителя

З метою підвищення навчальної мотивації та інтересу до предмета доцільно періодично інтегрувати в уроки короткі кейс-наративи про успішні українські та зарубіжні стартапи, у яких ключову роль відіграють математичні ідеї. Такі приклади демонструють, що математика не відірвана від реального життя, а є інструментом професійного зростання й підприємництва; вони наочно реалізують логіку формулювати – математизувати – обчислювати – інтерпретувати, узгоджену з рамкою PISA та підходами NCTM до задач, міркування і класної дискусії.

Український приклад – FaceUA (комп'ютерний зір для безпечного доступу й персоналізації в закладах освіти). Функціонування сервісу спирається на лінійну алгебру (матричні перетворення, простори ознак, проєкції), елементи статистики та ймовірності (помилки першого/другого роду, баланс чутливості та специфічності) і оптимізаційні процедури добору порогів із метою зниження частки хибнопозитивних спрацювань до прийнятного рівня. Технологічно рішення поєднує класичні підходи на кшталт *eigenfaces* із згортковими нейромережами; шлях до продукту передбачає локальний збір даних, моделювання, А/В-оцінювання рішень та інтерпретацію метрик у «приземлених» одиницях (помилкові доступи на тисячу спроб тощо). Цей кейс безпосередньо з'єднує шкільні теми – вектори, матриці, норми, відсотки, пропорції – з вимірюваними результатами системи, демонструючи повний цикл формулювати → математизувати → обчислити → інтерпретувати у сенсі математичної грамотності і відповідаючи професійним орієнтирам щодо міркування та обговорення рішень.

Зарубіжний приклад – RouteSpark (логістичне планування маршрутів для місцевих кур'єрів). Архітектура сервісу ґрунтується на теорії графів, комбінаториці та лінійній оптимізації; у промисловій реалізації використовуються евристичні до задачі комівояжера, прості прогнози попиту та візуалізація маршрутів на мапі. Показники цінності подаються в операційних одиницях – кілометри пробігу, години очікування, витрати пального – що дозволяє учням інтерпретувати математичні рішення в термінах реальної ефективності. Тут шкільні поняття – від лінійних функцій, пропорцій і відсоткових розрахунків до властивостей графів – набувають операційного змісту, а інтерпретація компромісів і обмежень повертає результат у контекст прийняття рішень, узгоджуючи навчання з установками на застосування математики в реальних ситуаціях [1; 2].

Педагогічний сенс регулярного використання таких живих історій полягає у вибудовуванні контекстних мостів між абстракціями та вимірюваними результатами: короткі, метрично конкретні наративи підвищують очікувану корисність предмета, зменшують когнітивний розрив між уроком і реальністю та створюють умови, у яких учні формулюють, обґрунтовують і публічно захищають власні твердження.

Доцільно інтегрувати ці кейси в тканину курсу як стислий, але структурований компонент заняття: спочатку окреслюється практична проблема з однією якорною метрикою (наприклад, частка хибнопозитивних або сумарний пробіг), далі явно називаються залучені математичні ідеї з поточного модуля, після чого організується коротке обговорення з вимогою пояснювати кроки власними словами та робиться завершальна рефлексія щодо того, який саме інтелектуальний інструмент було застосовано і як це змінило результат. Така вбудованість відповідає як рамці PISA (здатність формулювати, застосовувати й інтерпретувати), так і підходам NCTM до задач, репрезентацій і керованих дискусій, що розвивають міркування та перенос знань.

Висновок. Оновлена шкільна математика – це поєднання життєвого контексту, динамічної наочності та безпечних цифрових підсилювачів мислення. Коли кожна тема має зрозумілий сенс, учень працює з інструментами, що ведуть до ідей (а не дають готові відповіді), а історії з реальних продуктів показують кар’єрні маршрути, зростають і мотивація, і навчальні результати.

Список використаних джерел:

1. OECD. PISA 2022: Mathematics Framework. Paris: OECD, 2023. URL: <https://pisa2022-maths.oecd.org/>
2. NCTM. Principles to Actions: Ensuring Mathematical Success for All. Reston, VA: NCTM, 2014. URL: <https://www.nctm.org/PtA/>
3. Dwyer K., Kelly A. M. U.S. District-Level Algebra Acceleration in Eighth Grade and Longitudinal Mathematics Outcomes. *Journal for Research in Mathematics Education*. 2025. Vol. 56, No. 3. P. 107–124.
4. Valenta A., Rø K., Klock S.I. A framework for reasoning in school mathematics: analyzing the development of mathematical claims. *Educational Studies in Mathematics*. 2024. Vol. 116. P. 91–111. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10649-024-10309-5>. SpringerLink
5. Fan L., Qi C., Seah W. T., Liu Q. Research on mathematics textbooks in relation to curriculum development and instructional reform: recent advances and future directions. *ZDM–Mathematics Education*. 2025. Vol. 57, No. 5. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11858-025-01736-6>
6. Риндюк В. Навчання математики з використанням цифрових платформ: український контекст. *Дидактика математики: теорія, досвід, інновації*. 2024.
7. Зеленський О., Динич А., Дармосюк В., Зегельман М. Сучасна платформа для формування математичної компетентності. *Збірник наукових праць Кам’янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серія педагогічна*. 2024. Вип. 30: Проблеми сучасних науково-освітніх трансформацій у підготовці фахівців природничо-математичного профілю. С. 110–115.
8. Посохова Ю. «Школярі не розуміють відсотків, але вчать логарифми»: експертка розкритикувала шкільну програму з математики [Електронний ресурс]. *Знаї.іа (Дімі)*. 11 жовтня 2025.
9. Білик М., Калашнікова Є., Калашніков І. Проблеми вивчення математики в межах реалізації концепції Нової української школи. *Математика, інформатика, фізика: наука та освіта*, 2024, 1 (1). С. 48–55.
10. Хворостіна Ю. SWOT-аналіз математичної освіти в Україні. *Фізико-математична освіта*. 2025.

Oleksii ZELENSKIY¹, Alona DYNICH²

¹Kamianets-Podilskyi Ivan Ohienko National University

²LLC “Optima Ukraine Professional College”

IMPROVING SCHOOL MATHEMATICS: CONTEXT, VISUALIZATION, AND AI INTEGRATION

Abstract. The article proposes a coordinated approach to renewing school mathematics that combines three interrelated vectors: (1) cross-cutting contextualization of content grounded in real data, applied storylines, and elements of modeling; (2) dynamic visualization through interactive digital environments and moderate game mechanics; and (3) guided integration of artificial intelligence (AI) tools as means of supporting formative assessment, individualized learning pathways, and independent reasoning. The article develops examples of authentic cases that ground core topics (percentages, proportions, elements of geometry and statistics) in students’ everyday situations, including work with prices, taxes, routes, measurements, and local datasets. It details the didactic logic of individualmath.com (a micro-lesson structure of “one idea—one screen,” a “question tree,” and step-wise hints) and provides a concise review of Khan Academy, Desmos Classroom, and GeoGebra for visualizing concepts, orchestrating classroom discussion, and delivering rapid feedback. Requirements are formulated for a child- and teen-friendly “AI mentor”: short, substantive hints instead of ready-made answers; a transparent hint history; accessibility settings; local data processing where feasible; and an emphasis on explaining steps in one’s own words. The motivational component is reinforced with composite stories of young founders (computer vision; optimization tasks) that demonstrate how school topics connect to real products and services. Cautious lessons from successful practices in other countries (Realistic Mathematics Education, bar modeling, lesson study, teacher support networks) are delineated, with an emphasis on adapting to the local context rather than mechanically copying. Overall, the proposed approach is positioned as a practice-oriented instructional-design framework that shifts the focus from “accumulating topics” to designing the student experience—through context, visualization, and supportive intelligent scaffolds.

Key words: mathematics education; contextualization; dynamic visualization; interactive environments; GeoGebra; Desmos Classroom; Khan Academy; IndividualMath; artificial intelligence; formative assessment; personalized learning trajectory; motivation.

References:

1. OECD. PISA 2022: Mathematics Framework. Paris: OECD, 2023. URL: <https://pisa2022-maths.oecd.org/>
2. NCTM. Principles to Actions: Ensuring Mathematical Success for All. Reston, VA: NCTM, 2014. URL: <https://www.nctm.org/PtA/>
3. Dwyer K., Kelly A. M. U.S. District-Level Algebra Acceleration in Eighth Grade and Longitudinal Mathematics Outcomes. *Journal for Research in Mathematics Education*. 2025. Vol. 56, No. 3. P. 107–124.
4. Valenta A., Rø K., Klock S. I. A framework for reasoning in school mathematics: analyzing the development of mathematical claims. *Educational Studies in Mathematics*. 2024. Vol. 116. P. 91–111. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10649-024-10309-5>. SpringerLink
5. Fan L., Qi C., Seah W. T., Liu Q. Research on mathematics textbooks in relation to curriculum development and instructional reform: recent advances and future directions. *ZDM–Mathematics Education*. 2025. Vol. 57, No. 5. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11858-025-01736-6>

6. Ryndiuk V. Navchannia matematyky z vykorystanniam tsyfrovyykh platform: ukrainskyi kontekst. *Dydaktyka matematyky: teoriia, dosvid, innovatsii*. 2024.
7. Zelenskyi O., Dynych A., Darmosiuk V., Zehelman M. Suchasna platforma dlia formuvannia matematychnoi kompetentnosti. *Zbirnyk naukovykh prats Kamianets-Podilskoho natsionalnoho universytetu imeni Ivana Ohienka. Seriia pedahohichna*. 2024. Vyp. 30: Problemy suchasnykh nauko-ovsitnikh transformatsii u pidhotovtsi fakhivtsiv pryrodnycho-matematychnoho profilu. S. 110–115.
8. Posokhova Yu. «Shkoliari ne rozumiiut vidsootkiv, ale vchat loharyfmy»: ekspertka rozkrytkuvala shkilnu prohramu z matematyky [Elektronnyi resurs]. *Znaj.ua (Dity)*. 11 zhovtnia 2025.
9. Bilyk M., Kalashnikova Ye., Kalashnikov I. Problemy vyvchennia matematyky v mezhakh realizatsii kontseptsii Novoi ukrainskoi shkoly. *Matematyka, informatyka, fizyka: nauka ta osvita*, 2024, 1 (1). S. 48–55.
10. Khvorostina Yu. SWOT-analiz matematychnoi osvity v Ukraini. *Fizyko-matematychna osvita*. 2025.

Отримано: 17.11.2025

УДК 378.147:613

DOI: 10.32626/2307-4507.2025-31.210-214

Олександр КОБИЛЯНСЬКИЙ¹, Марія ШОСТАЦЬКА²¹Вінницький національний технічний університет²Вінницький медичний коледж імені академіка Д. К. Заболотногоe-mail: ¹akobilanskiy@gmail.com, ²mariashostatska@gmail.com;ORCID: ¹0000-0002-9724-1470; ²0000-0002-1835-8348

ФОРМУВАННЯ ГОТОВНОСТІ МАЙБУТНІХ ВЧИТЕЛІВ ДО ФОРМУВАННЯ ЗДОРОВ'ЯЗБЕРЕЖУВАЛЬНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ В УМОВАХ ЦИФРОВІЗАЦІЇ ОСВІТИ

Анотація. Обґрунтовано актуальність формування здоров'язбережувальної компетентності учнів в умовах цифровізації освіти, поширення дистанційного та змішаного навчання, наслідків пандемії COVID-19 і функціонування закладів освіти в умовах воєнного стану. Проаналізовано сучасні наукові підходи до трактування здоров'язбережувальної компетентності вчителя, нормативно-правове забезпечення здоров'язбережувальної діяльності в закладах освіти, а також вплив цифрових технологій на фізичне, психоемоційне та соціальне здоров'я учнів. Виявлено основні суперечності між достатнім рівнем сформованості здоров'язбережувальної компетентності вчителів та недостатньою готовністю до її цілеспрямованого формування в учнів у цифровому освітньому середовищі. Обґрунтовано комплекс взаємопов'язаних напрямів формування готовності вчителя до здоров'язбережувальної діяльності (теоретико-методологічний, методико-технологічний, аксіологічно-мотиваційний та рефлексивно-моніторинговий). Доведено, що їх інтеграція забезпечує системний підхід до організації освітнього процесу та сприяє зниженню ризиків негативного впливу цифрових технологій на здоров'я учнів. Окреслено практичні рекомендації щодо створення безпечного, етично відповідального та психологічно комфортного цифрового освітнього середовища, а також визначено перспективи подальших досліджень, пов'язані з експериментальною перевіркою ефективності запропонованого підходу.

Ключові слова: здоров'язбережувальна компетентність, цифровізація освіти, дистанційне та змішане навчання, професійна підготовка вчителя, цифрове освітнє середовище, здоров'я учнів, готовність до формування здоров'язбережувальної компетентності, здоров'язбережувальні технології.

Сучасна освіта переживає період глибокої цифрової трансформації, яка зумовлена як глобальними тенденціями розвитку інформаційного суспільства, так і викликами, пов'язаними з пандемією COVID-19 та воєнним станом в Україні. Цифровізація освітнього процесу відкриває нові можливості для індивідуалізації навчання та використання інтерактивних технологій, але водночас ставить перед педагогами нові вимоги щодо збереження здоров'я учнів у цифровому середовищі.

Одним із пріоритетних завдань Нової української школи є формування здоров'язбережувальної компетентності школярів, яка включає знання про фізичне, психічне та соціальне здоров'я, уміння протистояти негативним впливам (зокрема, надмірному використанню гаджетів, сидячому способу життя, стресу від онлайн-навчання) та свідоме ставлення до власного благополуччя. Реалізація цього завдання значною мірою залежить від готовності вчителів – насамперед вчителів природничих дисциплін (біології, основ здоров'я, фізичної культури), які безпосередньо викладають теми, пов'язані зі здоров'ям людини.

Актуальність проблеми посилюється тим, що в умовах цифровізації освіти здоров'язбережувальна компетентність набуває нових вимірів: необхідно не лише формувати традиційні навички гігієни та профілактики захворювань, а й вчити учнів безпечно та раціонально використовувати цифрові технології, розпізнавати ризики для психічного здоров'я (кіберзалежність, інформаційне перевантаження, булінг у мережах) та застосовувати здоров'язбережувальні практики під час дистанційного та змішаного навчання.

Низка науковців, зокрема С. Дембіцька [1], О. Кобилянський [2; 4], В. Пугач [5] та інші наголошують на необхідності цілеспрямованої підготовки майбутніх учителів до використання цифрових інструментів (віртуальної та доповненої реальності, інтерактивних платформ, симуляційних програм) для ефективного формування здоров'язбережувальних компетентностей учнів. Водночас недостатня увага до цього аспекту в педагогічних ЗВО призводить до того, що випускники не завжди готові інтегрувати здоров'язбережувальні технології в цифрове освітнє середовище.

© Олександр КОБИЛЯНСЬКИЙ, Марія ШОСТАЦЬКА, 2025

Метою статті є теоретичне обґрунтування особливостей формування готовності майбутніх учителів до розвитку здоров'язбережувальної компетентності учнів в умовах цифровізації освіти.

Проблеми формування здоров'язбережувальної компетентності майбутніх вчителів природничих дисциплін неодноразово були об'єктом наукового пошуку дослідників. Так, Т. Миронюк [8] розглянула особливості розвитку здоров'язбережувальної компетентності майбутніх учителів біології, зокрема її організаційно-педагогічні та психологічні аспекти. Дослідження Н. Науменко [9] присвячено теоретико-методичним засадам формування здоров'язбережувальної компетентності майбутніх учителів початкової школи зважаючи на сучасні освітні ризики. Авторкою обґрунтовано необхідність структурно-змістової трансформації дисципліни «Фізична культура з методикою навчання», що передбачає оптимізацію освітніх програм відповідно до динамічних викликів сьогодення. У науковому робітку А. Петрова [10] здоров'язбережувальна компетентність майбутнього вчителя визначається як інтегративна система, що поєднує професійні вміння, психологічну готовність та ціннісну мотивацію до реалізації здоров'язбережувальної діяльності. У дослідженні Д. Вороніна [7] здоров'язбережувальна компетентність учителя трактується як складне утворення, що виходить за межі опанування медико-валеологічної інформації. Дослідник акцентує увагу на аксіологічній спрямованості мислення педагога, яка детермінує його готовність до активного збереження та зміцнення всіх складників здоров'я суб'єктів освітнього процесу через прикладну реалізацію оздоровчих і профілактичних методик.

Таким чином, проблема розвитку здоров'язбережувальної компетентності вчителів достатньо ґрунтовно висвітлена в сучасних науково-педагогічних дослідженнях. Водночас наявні напрацювання переважно зосереджуються на формуванні індивідуальної здоров'язбережувальної компетентності педагога, що, на нашу думку, є необхідною, проте недостатньою умовою ефективного формування відповідної компетентності в учнів. Власна здоров'язбережувальна компетентність вчителя виступає важливою передумовою освітнього процесу, однак сама по собі не гарантує результативності педагогічного впливу, оскільки педагог може дотримуватися принципів здоров'язбережувальної діяльності, не володіючи водночас методиками та педагогічними інструментами для розвитку відповідних знань, умінь і навичок здобувачам освіти.

Особливої актуальності ця проблема набуває в умовах цифровізації освіти, коли з'являються нові ризики для фізичного, психічного та соціального здоров'я учнів, зокрема цифрова залежність, порушення постави, надмірне зорове навантаження, емоційне виснаження, а також прояви кібербулінгу та інформаційного перевантаження. У таких умовах учитель має не лише демонструвати особистісний приклад здоров'язбережувальної поведінки, а й цілеспрямовано формувати в учнів навички безпечної та відповідальної взаємодії з цифровим освітнім середовищем. Крім того, в дистанційному та змішаному форматах навчання, які після 2020–2022 років набули системного характеру та особливо поширилися в період воєнного стану, формування здоров'язбережувальної компетентності учнів відбувається в принципово нових педагогічних умовах. Це зумовлює необхідність підго-

товки вчителя до організації освітнього процесу з урахуванням здоров'язбережувальних вимог у цифровому середовищі, зокрема шляхом раціонального структурування онлайн-занять, упровадження фізкультхвилинок, вправ для профілактики зорового перенапруження, елементів тайм-менеджменту та регуляції навчального навантаження. Важливим аспектом професійної діяльності вчителя в таких умовах є також уміння педагогічно доцільно використовувати сучасні цифрові платформи (Zoom, Google Classroom, Moodle тощо) з урахуванням санітарно-гігієнічних і психолого-педагогічних рекомендацій щодо тривалості занять, режиму перерв, організації робочого місця й освітлення екрана. Окремого значення набуває формування в учнів навичок цифрової гігієни, критичного ставлення до інформації про здоров'я в мережі Інтернет та усвідомленої відповідальності за власне здоров'я в умовах цифрового освітнього простору. Відтак, актуалізується потреба в переорієнтації підготовки педагогів із виключно особистісного виміру здоров'язбережувальної компетентності на методичний та діяльнісний рівні, що передбачає розробку й упровадження цілісних педагогічних технологій формування здоров'язбережувальної компетентності учнів у дистанційному та змішаному форматах навчання.

Зауважимо, що в більшості проаналізованих наукових досліджень здоров'язбережувальна компетентність учителя розглядається переважно як результат його професійного розвитку та складова педагогічної майстерності. Водночас проблема готовності вчителя до цілеспрямованого формування здоров'язбережувальної компетентності учнів, зокрема в її педагогічному, методичному та проєктувальному вимірах, залишається недостатньо дослідженою. Така ситуація зумовлює наявність певної науково-практичної прогалини між теоретичними засадами здоров'язбереження та механізмами їх реалізації в реальному освітньому процесі закладів загальної середньої освіти.

Наявність у вчителя сформованої здоров'язбережувальної компетентності за відсутності готовності до її формування в учнів істотно обмежує реалізацію здоров'язбережувального потенціалу школи загалом. У цьому випадку здоров'язбережувальні ідеї залишаються на рівні декларативних положень і не трансформуються в системну педагогічну практику. Водночас досвід освітньої діяльності свідчить, що навіть середній рівень особистої здоров'язбережувальної компетентності вчителя може бути частково компенсований високим рівнем його методичної та педагогічної готовності до роботи з учнями, зокрема за умови володіння ефективними освітніми технологіями, формами й методами формування здоров'язбережувальної поведінки школярів.

Аналіз дотичних досліджень, зокрема [3; 6; 11] дозволяє трактувати готовність майбутніх учителів до формування здоров'язбережувальної компетентності в умовах цифровізації освіти як інтегральну професійно-особистісну характеристику майбутнього педагога, яка забезпечує ефективне проєктування, організацію та реалізацію освітнього процесу, спрямованого на розвиток у учнів здоров'язбережувальної компетентності з використанням цифрових технологій та інструментів. Вона формується в процесі професійної підготовки в педагогічних ЗВО та є необхідною умовою реалізації здоров'язбережувального потенціалу сучасної цифрової освіти відповідно до принципів Нової української школи.

Формування готовності майбутніх учителів до розвитку здоров'язбережувальної компетентності учнів у цифровому освітньому середовищі є комплексним процесом, що охоплює теоретичну, практичну, психолого-педагогічну та технологічну складові. У сучасних умовах цифровізації освіти (використання дистанційних платформ, VR/AR-технологій, інтерактивних ресурсів) цей процес набуває специфічних особливостей, пов'язаних із мінімізацією ризиків для фізичного та психічного здоров'я учнів.

До основних напрямків розвитку цієї готовності відносимо такі:

1. Теоретико-методологічний напрям. У межах цього напрямку проектується діяльність, спрямована на поглиблення розуміння сутності здоров'язбережувальної компетентності в умовах цифровізації освіти. Він передбачає вивчення та аналіз нормативно-правової бази у сфері охорони здоров'я й освіти, сучасних наукових концепцій і теорій здоров'язбереження, а також дослідження впливу цифрових технологій на фізичне, психічне та соціальне здоров'я учасників освітнього процесу. Основною метою цього напрямку є формування ґрунтовної когнітивної основи для науково обґрунтованого проектування та реалізації здоров'язбережувальних уроків у цифровому та змішаному форматах навчання.

2. Методико-технологічний напрям, орієнтований на розвиток умінь і навичок ефективного використання цифрових інструментів та освітніх технологій із дотриманням здоров'язбережувальних вимог. Він передбачає набуття навичок роботи з цифровими освітніми платформами (Google Classroom, Microsoft Teams, Moodle тощо) з обов'язковим урахуванням принципів раціонального тайм-менеджменту, регламентування тривалості навчальної діяльності, організації перерв і впровадження фізкультхвилинок під час онлайн-занять. Важливою складовою цього напрямку є використання технологій віртуальної та доповненої реальності (VR/AR) для вивчення анатомії та фізіології людини, що дає змогу зменшити статичне навантаження та тривалість безперервної роботи перед екраном. Окрему увагу доцільно приділяти впровадженню інтерактивних здоров'язбережувальних практик, зокрема онлайн-вправ для профілактики зорового перенапруження, дихальних вправ, елементів моніторингу постави з використанням можливостей вебкамери та відповідного програмного забезпечення.

3. Аксіологічно-мотиваційний напрям. У межах цього напрямку доцільним є забезпечення формування стійкого ціннісного ставлення до здоров'я учнів як пріоритетної педагогічної та соціальної цінності. Він спрямований на усвідомлення педагогами значущості здоров'язбереження в умовах цифрового освітнього середовища та на розвиток їх внутрішньої мотивації до впровадження здоров'язбережувальних практик у професійній діяльності. Зміст аксіологічно-мотиваційного напрямку передбачає організацію рефлексії власного цифрового досвіду педагогів, аналіз впливу цифрових технологій на фізичне, психоемоційне й соціальне благополуччя учнів, а також вивчення етичних аспектів використання цифрових ресурсів, зокрема питань захисту персональних даних, дотримання принципів цифрової безпеки та запобіган-

ня проявам кібербулінгу. Важливе місце відводиться розвитку емпатії, соціальної відповідальності, культури педагогічної взаємодії в онлайн-середовищі та формуванню позитивного психологічного клімату в учнівських колективах. Результатом реалізації цього напрямку є сформованість у педагогів ціннісно-мотиваційної готовності до формування здоров'язбережувальної компетентності учнів, що проявляється в усвідомленому ставленні до власного здоров'я й здоров'я здобувачів освіти, готовності ініціювати та підтримувати здоров'язбережувальні ініціативи, а також у здатності створювати безпечне, етично відповідальне й психологічно комфортне цифрове освітнє середовище.

4. Рефлексивно-моніторинговий напрям. У межах цього напрямку доцільно забезпечити формування у освітня здатності до систематичного самоаналізу та об'єктивного оцінювання ефективності впроваджуваних здоров'язбережувальних заходів у цифровому та змішаному форматах навчання. Основна увага зосереджується на розвитку рефлексивних умінь як необхідної складової професійної діяльності вчителя в умовах цифровізації освіти. Реалізація заходів рефлексивно-моніторингового напрямку передбачає використання різноманітних інструментів педагогічної рефлексії та контролю, зокрема ведення рефлексивних щоденників професійної діяльності, аналіз відеозаписів власних уроків із позицій дотримання здоров'язбережувальних принципів, а також застосування інструментів моніторингу стану учнів. До таких інструментів належать анкетування та опитування учнів щодо їх самопочуття, рівня втомлюваності та емоційного стану після онлайн-занять, а також використання цифрових трекерів екранного часу (screen time) для оцінювання навантаження, пов'язаного з використанням електронних пристроїв.

Висновки. У статті обґрунтовано актуальність проблеми формування здоров'язбережувальної компетентності учнів в умовах цифровізації освіти та доведено, що ефективність цього процесу значною мірою залежить не лише від рівня особистої здоров'язбережувальної компетентності вчителя, а насамперед від його професійної готовності до цілеспрямованого педагогічного впливу в цифровому освітньому середовищі. Виявлено науково-практичну прогалину між теоретичним осмисленням здоров'язбереження та його реалізацією в освітньому процесі, особливо в умовах дистанційного та змішаного навчання. На основі аналізу наукових джерел і сучасної освітньої практики визначено та охарактеризовано комплекс взаємопов'язаних напрямів формування готовності вчителя до розвитку здоров'язбережувальної компетентності учнів: теоретико-методологічний, методико-технологічний, аксіологічно-мотиваційний та рефлексивно-моніторинговий. Доведено, що їх інтеграція забезпечує цілісність професійної підготовки педагога, поєднання знаннєвого, діяльнісного, ціннісного й рефлексивного компонентів та створює передумови для системного впровадження здоров'язбережувальних практик у цифровому освітньому середовищі. З'ясовано, що в умовах поширення цифрових технологій, дистанційного й змішаного навчання, а також сучасних суспільних викликів, зокрема воєнного стану, здоров'язбережувальна діяльність учителя набуває нових змістових і технологічних характеристик. Це зумовлює необхідність переорієнтації педа-

гогічної підготовки з декларативного засвоєння принципів здоров'язбереження на формування методичної та проєктувальної готовності вчителя до створення безпечного, етично відповідального та психологічно комфортного цифрового освітнього середовища.

Отже, реалізація запропонованих заходів сприятиме підвищенню ефективності формування здоров'язбережувальної компетентності учнів, розвитку усвідомленого ставлення до власного здоров'я та зниженню ризиків негативного впливу цифрових технологій. Перспективи подальших досліджень пов'язані з експериментальною перевіркою запропонованого підходу, розробкою критеріїв і показників оцінювання готовності вчителів до здоров'язбережувальної діяльності, а також адаптацією моделі до різних рівнів і типів освіти.

Список використаних джерел:

1. Dembitska S., Kobylanskiy O., Nahorniak S., Puhach V., Tatarchuk V. Usage of Artificial Intelligence for the Individualization of Learning in the Institutions of Higher Education. In: *Auer M.E., Rüütmann T. (eds) Futureproofing Engineering Education for Global Responsibility*. ICL. 2024. *Lecture Notes in Networks and Systems*. 2025. Vol. 1260. Springer, Cham. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-031-85652-5_21
2. Dembitska S., Kuzmenko O., Savchenko I., Demianenko V., Hanna S. Digitization of the Educational and Scientific Space Based on STEAM Education. In: *Auer M.E., Cukierman U.R., Vendrell Vidal E., Tovar Caro E. (eds) Towards a Hybrid, Flexible and Socially Engaged Higher Education*. ICL 2023. *Lecture Notes in Networks and Systems*. 2024. Vol. 901. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-031-53022-7_34
3. Griban G., Myroshnychenko M., Tkachenko P., Krasnov V., Karpiuk R., Mekhed O., Shyyan V. Psychological and pedagogical determinants of the students' healthy lifestyle formation by means of health and fitness activities. *Wiadomości Lekarskie*. 2021. P. 1074–1078. DOI: <https://doi.org/10.36740/WLek202105105>
4. Miastkovska M., Dembitska S., Puhach V., Kobylanska I., Kobylanskiy O. Improving the Efficiency of Students' Independent Work During Blended Learning in Technical Universities. In: *Auer M.E., Cukierman U.R., Vendrell Vidal E., Tovar Caro E. (eds) Towards a Hybrid, Flexible and Socially Engaged Higher Education*. ICL 2023. *Lecture Notes in Networks and Systems*. 2024. Vol. 899. Springer, Cham. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-031-51979-6_21
5. Puhach V., Dembitska S., Kobylanskiy O., Kobylanska I., Moskovchuk O. Development of Students Support Strategies in Digital Educational Environment by Means of Artificial Intelligence. In: *Auer M.E., Rüütmann T. (eds) Futureproofing Engineering Education for Global Responsibility*. ICL 2024. *Lecture Notes in Networks and Systems*. 2025. Vol. 1260. Springer, Cham. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-031-85652-5_22
6. Беседа Н.А. Підвищення готовності вчителів загальноосвітньої школи до застосування здоров'язбережувальних технологій. *Педагогічні науки: теорія, історія, інноваційні технології*. 2010. № 1 (3). С. 363–369.
7. Воронін Д.Є. Здоров'язберігаюча компетентність студента в соціальнопедагогічному аспекті. *Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту*. 2006. № 2. С. 25–28.
8. Миронюк Т. Формування здоров'язбережувальної компетентності майбутніх учителів біології. *Збірник наукових праць*. Вип. 1, 2018. С. 199–206.
9. Науменко Н., Козлов А. Формування здоров'язбережувальної компетентності майбутніх учителів початкової школи в умовах освітніх ризиків. *Новий Колегіум*. 2024. № 1 (113). С. 70–76.
10. Петров А.О. Формування здоров'язбережувальної компетентності майбутніх учителів фізичної культури в процесі професійної підготовки. *Наукові записки Ніжин. держ. ун-ту ім. Миколи Гоголя: зб. наук. пр. Ніжин: НГУ. 2014. № 1. С. 203–207.*
11. Радіонова О.Л., Логвінова Я.О. Готовність до формування здоров'язбережувальної компетентності учнів як результат підготовки майбутніх вчителів фізичної культури. *Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М.П. Драгоманова. Серія 15: Науково-педагогічні проблеми фізичної культури (фізична культура і спорт): зб. наук. праць*. Київ: Вид-во УДУ імені Михайла Драгоманова, 2023. Вип. 3К (162). С. 333–337.

Oleksandr KOBLYANSKYI¹, Mariia SHOSTATSKA²

¹Vinnitsia National Technical University

²Vinnitsia Academician D. K. Zabolotnyi Professional Medical College

PREPARING FUTURE TEACHERS TO DEVELOP HEALTH-PROMOTING COMPETENCIES IN THE CONTEXT OF DIGITALISATION IN EDUCATION

Abstract. The relevance of developing students' health-saving competence in the context of the digitalisation of education, the spread of distance and blended learning, the consequences of the COVID-19 pandemic, and the functioning of educational institutions under martial law is substantiated. It analyses contemporary scientific approaches to the interpretation of teachers' health-saving competence, the regulatory and legal framework for health-saving activities in educational institutions, and the impact of digital technologies on students' physical, psycho-emotional and social health. The main contradictions between the sufficient level of health-saving competence of teachers and the insufficient readiness for its purposeful formation in students in a digital educational environment are revealed. A set of interrelated areas for developing teachers' readiness for health-saving activities (theoretical and methodological, methodological and technological, axiological and motivational, and reflective and monitoring) has been substantiated. It has been proven that their integration provides a systematic approach to the organisation of the educational process and contributes to reducing the risks of the negative impact of digital technologies on students' health. Practical recommendations for creating a safe, ethically responsible and psychologically comfortable digital educational environment are outlined, and prospects for further research related to the experimental verification of the effectiveness of the proposed approach are identified.

Key words: health-saving competence, digitisation of education, distance and blended learning, teacher training, digital educational environment, student health, readiness to develop health-saving competence, health-saving technologies.

References:

1. Dembitska S., Kobylanskiy O., Nahorniak S., Puhach V., Tatarchuk V. Usage of Artificial Intelligence for the Individualization of Learning in the Institutions of Higher Education. In: *Auer M.E., Rüütmann T. (eds) Futureproofing Engineering Education for Global Responsibility*. ICL. 2024. *Lecture Notes in Networks and*

- Systems*. 2025. Vol. 1260. Springer, Cham. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-031-85652-5_21
2. Dembitska S., Kuzmenko O., Savchenko I., Demianenko V., Hanna S. Digitization of the Educational and Scientific Space Based on STEAM Education. In: *Auer M.E., Cukierman U.R., Vendrell Vidal E., Tovar Caro E. (eds) Towards a Hybrid, Flexible and Socially Engaged Higher Education*. ICL 2023. *Lecture Notes in Networks and Systems*. 2024. Vol. 901. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-031-53022-7_34
 3. Griban G., Myroshnychenko M., Tkachenko P., Krasnov V., Karpiuk R., Mekhed O., Shyyan V. Psychological and pedagogical determinants of the students' healthy lifestyle formation by means of health and fitness activities. *Wiadomości Lekarskie*. 2021. P. 1074–1078. DOI: <https://doi.org/10.36740/WLek202105105>
 4. Miastkovska M., Dembitska S., Puhach V., Kobylanska I., Kobylanskyi O. Improving the Efficiency of Students' Independent Work During Blended Learning in Technical Universities. In: *Auer M.E., Cukierman U.R., Vendrell Vidal E., Tovar Caro E. (eds) Towards a Hybrid, Flexible and Socially Engaged Higher Education*. ICL 2023. *Lecture Notes in Networks and Systems*. 2024. Vol. 899. Springer, Cham. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-031-51979-6_21
 5. Puhach V., Dembitska S., Kobylanskyi O., Kobylanska I., Moskovchuk O. Development of Students Support Strategies in Digital Educational Environment by Means of Artificial Intelligence. In: *Auer M.E., Rüttmann T. (eds) Futureproofing Engineering Education for Global Responsibility*. ICL 2024. *Lecture Notes in Networks and Systems*. 2025. Vol. 1260. Springer, Cham. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-031-85652-5_22
 6. Beseda N.A. Pidvyshchennia hotovnosti vchyteliv zahalnoosvitnoi shkoly do zastosuvannia zdoroviazberzhuvalnykh tekhnolohii. *Pedahohichni nauky: teoriia, istoriia, innovatsiini tekhnolohii*. 2010. № 1(3). S. 363–369.
 7. Voronin D.Ye. Zdoroviazberihaiucha kompetentnist studenta v sotsialnopedahohichnomu aspekti. *Pedahohika, psykhologhiia ta medyko-biologichni problemy fizychnoho vykhovannia i sportu*. 2006. № 2. S. 25–28.
 8. Myroniuk T. Formuvannia zdoroviazberzhuvalnoi kompetentnosti maibutnykh uchyteliv biologii. *Zbirnyk naukovykh prats*. Vyp. 1, 2018. S. 199–206.
 9. Naumenko N., Kozlov A. Formuvannia zdoroviazberzhuvalnoi kompetentnosti maibutnykh uchyteliv pochatkovoї shkoly v umovakh osvitynykh ryzykiv. *Novyi Kolehium*. 2024. № 1 (113). S. 70–76.
 10. Petrov A.O. Formuvannia zdoroviazberzhuvalnoi kompetentnosti maibutnykh uchyteliv fizychnoi kultury v protsesi profesiinoї pidhotovky. *Naukuvi zapysky Nizhyn. derzh. un-tu im. Mykoly Hoholia: zb. nauk. pr. Nizhyn: NHU*. 2014. № 1. S. 203–207.
 11. Radionova O.L., Lohvinova Ya.O. Hotovnist do formuvannia zdoroviazberzhuvalnoi kompetentnosti uchniv yak rezultat pidhotovky maibutnykh vchyteliv fizychnoi kultury. *Naukovyi chasopys Natsionalnoho pedahohichnoho universytetu imeni M.P. Drahomanova. Serii 15: Naukovo-pedahohichni problemy fizychnoi kultury (fizychna kultura i sport): zb. nauk. prats*. Kyiv: Vyd-vo UDU imeni Mykhaila Drahomanova, 2023. Vyp. 3K (162). S. 333–337.

Отримано: 9.11.2025

УДК 37.016:53

DOI: 10.32626/2307-4507.2025-31.214-218

Інна КОЗАК¹, Тетяна ПОВЕДА², Руслан ПОВЕДА³^{2,3}Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка¹Дунаєвецький ліцей № 2 Дунаєвецької міської радиe-mail: ¹romashkadm76@ukr.net, ²poveda.tetiana@kpmu.edu.ua, ³povedar@kpmu.edu.ua;ORCID: ¹0009-0004-3463-6426, ²0000-0003-3244-6907, ³0000-0002-0067-6153

ІННОВАЦІЙНІ АСПЕКТИ НАВЧАННЯ ФІЗИКИ В КОНТЕКСТІ СУЧАСНИХ ОСВІТНІХ РЕФОРМ

Анотація. У дослідженні розглядаються сучасні інноваційні підходи до навчання фізики учнів базової школи в умовах освітніх реформ, зокрема з урахуванням компетентнісного, діяльнісного та STEM-орієнтованого підходів. Мета роботи полягає у визначенні й теоретичному обґрунтуванні ефективних методів, форм та технологій навчання фізики, які сприяють розвитку пізнавальної активності та дослідницьких умінь учнів. У ході дослідження проаналізовано сучасні тенденції розвитку фізичної освіти в Україні в контексті реалізації Концепції Нової української школи, визначено ефективні інноваційні методики, що забезпечують формування предметних та ключових компетентностей учнів. Особлива увага приділяється використанню цифрових технологій, інтеграції STEM компонентів у навчальний процес, а також їх ролі у розвитку критичного мислення, практичних навичок і мотивації до навчання. На основі теоретичного аналізу наукових джерел запропоновано методичні рекомендації щодо вдосконалення організації уроків фізики, які орієнтовані на активізацію пізнавальної діяльності учнів та підвищення ефективності навчального процесу. Дослідження поєднує теоретичний аналіз із практичними аспектами впровадження інноваційних підходів, що сприяє розвитку компетентного, творчого мислячого випускника базової школи.

Ключові слова: інновації, Нова українська школа, освітня реформа базова освіта, навчання фізики.

Постановка проблеми. У сучасних умовах трансформації освітнього простору України особливого значення набуває модернізація змісту, форм і методів навчання природничих дисциплін, зокрема фізики. Впровадження Концепції «Нова українська школа» (НУШ) орієнтує педагогічну спільноту на формування в учнів ключових і предметних компетентностей, що забезпечують готовність до життя в умовах

швидких науково-технічних змін, інноваційного розвитку суспільства та зростання ролі технологій у повсякденному житті. У цьому контексті навчання фізики в базовій школі постає не лише як процес засвоєння теоретичних знань, а як важливий засіб розвитку критичного мислення, дослідницьких навичок, технічної грамотності та здатності застосовувати наукові знання для розв'язання практичних проблем.

Фізика традиційно вважається фундаментальною природничою наукою, що формує науковий світогляд, розуміння закономірностей природи й основ технологічного прогресу. Саме через фізичну освіту учні отримують первинні уявлення про принципи роботи сучасних пристроїв, енергетичних систем, електроніки, комунікаційних технологій. Від рівня сформованості фізичних знань значною мірою залежить їхня здатність брати участь у соціально-економічному розвитку країни, що особливо актуально в умовах переходу до економіки знань. Тому якісне викладання фізики є важливою складовою реалізації стратегічних цілей реформування української школи [5].

Водночас результати педагогічних спостережень і досліджень свідчать про стійку тенденцію зниження мотивації учнів до вивчення природничих предметів, зокрема фізики. Серед причин – перевантаженість навчальних програм абстрактним теоретичним матеріалом, недостатній зв'язок між фізичними знаннями та реальними життєвими ситуаціями, відсутність умов для проведення експериментів та проєктної діяльності, а також обмежене використання сучасних цифрових засобів навчання. Відтак актуалізується необхідність пошуку нових підходів, які б сприяли формуванню в учнів зацікавленості, позитивної навчальної мотивації та розуміння практичної значущості фізики.

Проблема полягає у невідповідності між традиційною методикою викладання фізики, що ґрунтується переважно на репродуктивних формах навчання, та вимогами сучасної освітньої парадигми, яка передбачає компетентнісний, діяльнісний і особистісно орієнтований підходи. З одного боку, шкільний курс фізики зберігає значну теоретичну насиченість, а з іншого – учні демонструють недостатній рівень умінь застосовувати знання в нових ситуаціях, виконувати дослідницькі завдання, працювати в команді. Це створює суперечність між потребою суспільства у підготовці творчих, науково мислячих фахівців і реальним станом шкільної фізичної освіти [4]. Виникає потреба в оновленні методологічних засад і практичних підходів до навчання фізики відповідно до вимог реформованої школи. Інноваційність у цьому процесі повинна проявлятися не лише у використанні сучасних цифрових технологій, а й у переосмисленні ролі вчителя як фасилітатора навчання, який створює умови для самостійного пізнання, експериментування й дослідницької діяльності учнів.

Підвищення ефективності навчання фізики можливе через інтеграцію STEM-освіти, розвиток критичного мислення, міжпредметні зв'язки, впровадження проблемно-пошукових і проєктних методів, що формують у здобувачів освіти здатність до самонавчання, інноваційності та відповідального ставлення до результатів власної діяльності [3]. Таким чином, дослідження інноваційних аспектів навчання фізики здобувачів базової освіти є важливим напрямом сучасної педагогічної науки, що має не лише теоретичне, але й значне практичне значення для підвищення якості природничої освіти в умовах реалізації концепції Нової української школи.

Огляд актуальних досліджень. Сучасна науково-методична література засвідчує значний інтерес до проблеми інноваційного оновлення фізичної освіти в

умовах реалізації концепції Нової української школи. У працях українських педагогів і науковців розглядається питання адаптації змісту навчання до компетентнісного підходу, розвитку STEM-освіти та цифровізації освітнього процесу. Дослідники підкреслюють, що перехід до діяльнісної парадигми вимагає від учителя фізики нового рівня методичної культури, умінь застосовувати сучасні технології й формувати у здобувачів освіти комплекс наукових, комунікативних і дослідницьких умінь [1; 2].

Як зазначає Л.М. Діхтяренко, використання інноваційних технологій у навчанні сприяє розвитку пізнавальної активності учнів, формуванню інтересу до природничих наук і стимулює самостійну дослідницьку діяльність школярів [1]. Подібної думки дотримується А.М. Андрєєв, який акцентує на необхідності системного впровадження STEM-підходів у навчальний процес, оскільки вони забезпечують зв'язок між теоретичними знаннями та практичним їх застосуванням у реальних життєвих ситуаціях [2]. Васютіна Т.М. розглядає STEM-технології як основу підготовки майбутніх фахівців, підкреслюючи важливість міждисциплінарної інтеграції та розвитку критичного мислення учнів і студентів [3]. Вагомий внесок у дослідження інтерактивних методів зроблено у роботах С.І. Терещук та Г.В. Войтків, які обґрунтовують доцільність кооперативного навчання під час вивчення фізики. Автори доводять, що спільна діяльність у малих групах сприяє глибокому засвоєнню матеріалу, розвитку комунікативних здібностей та підвищенню мотивації учнів [4; 8].

Важливою складовою сучасної освіти є цифровізація навчального процесу. У публікаціях Г.В. Лиходєєвої підкреслюється роль відкритих онлайн-ресурсів, симуляторів, платформ дистанційного навчання (PhET, GeoGebra, LearningApps) у формуванні цифрової компетентності та самостійності учнів. Результати досліджень підтверджують, що такі ресурси дають змогу візуалізувати складні фізичні явища та урізноманітнюють освітнє середовище, однак вимагають належної підготовки вчителя та технічного забезпечення [5].

Окремої уваги заслуговує робота А.М. Третяк, у якій запропоновано практичні моделі інноваційних уроків фізики. Методичний посібник містить приклади проєктно-дослідницьких завдань, гейміфікаційних елементів та міжпредметних інтеграцій, що узгоджуються з принципами НУШ [6].

Інституційна підтримка розвитку інноваційних підходів відображена у методичних рекомендаціях щодо розвитку STEM-освіти в закладах освіти, розроблених Інститутом модернізації змісту освіти. У документі визначено основні напрями реалізації STEM-підходу, механізми підготовки педагогічних кадрів і методичне забезпечення для вчителів фізики [10].

Окремі джерела також відзначають необхідність зміни освітньої парадигми. Зокрема, підкреслюється, що STEM-освіта здатна відновити інтерес дітей до природничих наук через проєктні формати, інтеграцію з технологіями та орієнтацію на реальні життєві проблеми [12].

Отже, проведений огляд наукових праць і методичних джерел підтверджує актуальність інноваційних підходів до навчання фізики в контексті освітніх реформ. Учені й практики наголошують на ефективності STEM-технологій, цифровізації, інтерактивних форм

роботи та кооперативного навчання. Водночас у сучасних дослідженнях зазначається потреба подальшої емпіричної перевірки інноваційних методик у шкільній практиці, системної підготовки педагогів і розбудови матеріально-технічної бази закладів освіти.

Виклад основного матеріалу. Розвиток фізичної освіти в умовах реформування сучасної школи потребує ґрунтовного науково-методичного осмислення інноваційних підходів до організації навчального процесу, здатних забезпечити якісне засвоєння знань, формування компетентностей і мотивації до пізнавальної діяльності. Відповідно до актуальних вимог Концепції «Нова українська школа» навчання фізики має набувати дослідницького, інтегрованого та практико орієнтованого характеру. У цьому контексті особливо важливим є визначення методологічних засад і педагогічних умов, що сприяють ефективній реалізації інновацій у шкільній фізичній освіті. Тому постає питання визначити й теоретично обґрунтувати інноваційні підходи до навчання фізики учнів базової школи в умовах сучасних освітніх реформ, зокрема з урахуванням компетентнісного, діяльнісного та STEM-орієнтованого підходів.

У цьому контексті важливо проаналізувати сучасні тенденції розвитку фізичної освіти в Україні в контексті реалізації Концепції НУШ; виокремити ефективні інноваційні методи, форми та технології навчання фізики, що забезпечують формування пізнавальної активності та дослідницьких умінь учнів; розкрити можливості використання цифрових технологій, STEM- і STEAM-компонентів у формуванні предметних і ключових компетентностей здобувачів базової освіти; запропонувати методичні рекомендації щодо вдосконалення організації навчання фізики у базовій школі, спрямовані на підвищення мотивації, залучення учнів до практичної діяльності та розвиток критичного мислення. Зазначені завдання визначають логіку подальшого викладу матеріалу та структуру дослідження, що поєднує теоретичний аналіз наукових джерел із практичним осмисленням можливостей упровадження інноваційних підходів у шкільний курс фізики.

У контексті модернізації освіти особливого значення набуває формування нового педагогічного мислення, що базується на компетентнісному та діяльнісному підходах. Саме вони визначають зміст і методику навчання фізики в сучасній базовій школі. Компетентнісний підхід передбачає спрямованість освітнього процесу не лише на засвоєння теоретичних знань, а й на формування вмінь застосовувати їх у практичній, дослідницькій і життєвій діяльності. Вивчення фізики має забезпечувати розвиток ключових компетентностей – наукового мислення, здатності аналізувати природні явища, робити висновки на основі експерименту, користуватися цифровими технологіями для моделювання та прогнозування результатів.

Діяльнісний підхід, закладений у концептуальні засади Нової української школи, передбачає активну позицію учня як суб'єкта навчання. Це означає, що процес вивчення фізики повинен бути організований через дослідницькі, пошукові, експериментальні та проєктні види діяльності, у ході яких здобувач освіти самостійно формулює проблеми, висуває гіпотези, перевіряє їх на практиці, аналізує результати. Такий підхід дозволяє не лише засвоїти знання, а й сформувати

в учнів уміння мислити критично, працювати в команді, приймати рішення на основі аналізу даних.

Інтеграція природничих дисциплін – фізики, хімії, біології, математики, інформатики – є ключовим напрямом у межах НУШ. Вона реалізується через тематичні проєкти, дослідницькі роботи, міжпредметні завдання. Такий підхід дає можливість учням побачити взаємозв'язок природничих явищ, усвідомити цілісність наукової картини світу та зрозуміти практичну цінність фізичних знань для повсякденного життя й майбутньої професійної діяльності. Важливу роль відіграють принципи науковості, практичної спрямованості, диференціації та індивідуалізації. Принцип науковості забезпечує достовірність і логічність подання матеріалу, практична спрямованість – орієнтацію навчання на реальні життєві проблеми, а диференціація й індивідуалізація – врахування пізнавальних можливостей, інтересів і темпу навчання кожного учня. Таким чином, теоретичні засади інноваційного навчання фізики передбачають системну інтеграцію методів активного навчання, проєктної діяльності, цифрових інструментів і наукового експерименту у навчальний процес із метою формування компетентностей, передбачених новим Державним стандартом базової середньої освіти.

Одним із провідних напрямів оновлення змісту фізичної освіти є впровадження STEM-освіти, яка інтегрує природничо-наукову, технологічну, інженерну, мистецьку та математичну складові. Для вивчення фізики це означає створення навчального середовища, у якому теоретичні знання застосовуються під час виконання практичних завдань, лабораторних експериментів і міжпредметних проєктів. Наприклад, проєкти з конструювання простих електронних пристроїв, створення моделей енергозберігаючих систем чи дослідження руху тіл із використанням сенсорів і мобільних застосунків не лише поглиблюють розуміння фізичних законів, а й формують у здобувачів освіти дослідницькі та технічні навички.

Серед інноваційних технологій, що довели свою ефективність у викладанні фізики, варто виокремити інтерактивне моделювання, віртуальні лабораторії та цифрові симулятори. Вони дають змогу візуалізувати процеси, які важко або неможливо відтворити в шкільних умовах (наприклад, мікросвіт, електромагнітні поля, атомні явища). Використання таких ресурсів, як PhET, Algodoo, Crocodile Physics, дозволяє учням експериментувати з параметрами, аналізувати результати та самостійно робити висновки.

У межах інноваційного підходу набувають поширення також гейміфікація, метод кейсів, проєктне навчання та blended learning (змішане навчання). Гейміфікація, яка має на увазі використання елементів гри у навчальному процесі, – підвищує мотивацію учнів, стимулює змагальність і пізнавальну активність. Метод кейсів сприяє розвитку аналітичного мислення через розгляд реальних або змодельованих проблемних ситуацій (наприклад, аналіз енергетичних систем міста з позиції фізичних законів). Проєктне навчання дозволяє учням інтегрувати знання з різних предметів і створювати конкретний продукт діяльності – від моделі моста до простого приладу для вимірювання сили тяжіння. Змішане навчання поєднує очну та дистанційну форми роботи, забезпечуючи гнучкість і персоналізацію освітнього процесу.

Цифрова трансформація освіти відкрила широкі можливості для оновлення методики навчання фізики. Використання онлайн-платформ, таких як *PhET Interactive Simulations*, *GeoGebra*, *LearningApps*, *Wordwall* і *Classtime*, дозволяє зробити процес навчання інтерактивним, гнучким і орієнтованим на індивідуальні потреби учнів. Наприклад, симуляції *PhET* наочно демонструють принципи руху тіл, закони електрики, хвильові процеси, що дає змогу учням експериментувати з параметрами системи без ризику та матеріальних витрат. *GeoGebra* допомагає поєднувати фізику з математикою, будувати графіки, моделювати функції та візуалізувати фізичні залежності.

Серед переваг цифровізації – підвищення наочності навчання, можливість організації дистанційного та змішаного навчання, розвиток самостійності учнів і доступ до великої кількості ресурсів. Проте цей процес супроводжується й певними викликами: нерівномірним забезпеченням шкіл технічними засобами, недостатнім рівнем цифрової компетентності вчителів, а також необхідністю відбору якісного контенту, що відповідає навчальним цілям. Наведемо порівняння традиційного та інноваційного навчання фізики (табл. 1) [2].

Таблиця 1

Порівняння традиційного та інноваційного навчання фізики

Критерій	Традиційне навчання	Інноваційне навчання (STEM)
Підхід до навчання	Переважає репродуктивний (запам'ятовування)	Компетентнісний, діяльнісний
Роль учня	Переважно пасивний слухач	Активний учасник, дослідник
Методи викладання	Лекція вчителя, письмові завдання	Проектна діяльність, експерименти, кейси
Використання технологій	Обмежене, стандартне обладнання	Цифрові симуляції, віртуальні лабораторії
Міжпредметна інтеграція	Відсутня або мінімальна	Інтеграція з математикою, інформатикою, технологіями
Розвиток навичок	Теоретичні знання	Критичне мислення, дослідницькі та технічні навички
Мотивація учнів	Переважає низька, через абстрактність	Висока, через практичну значущість та інтерактивність

Порівняння традиційного та інноваційного навчання фізики демонструє суттєві відмінності у підходах до організації освітнього процесу. Традиційне навчання орієнтоване на репродуктивне засвоєння знань, пасивну роль учня та обмежене використання технологій, що призводить до низької мотивації та розвитку переважно теоретичних навичок. Натомість інноваційне навчання в рамках STEM забезпечує компетентнісний та діяльнісний підхід, активну участь учнів як дослідників, використання цифрових симуляцій, віртуальних лабораторій і міжпредметну інтеграцію. Такий підхід сприяє формуванню критичного мислення, практичних та технічних навичок, підвищує зацікавленість учнів і їхню мотивацію до навчання. Впровадження інноваційних методів навчання фізики дозволяє не лише поглибити розуміння теоретичних основ предмета, а й підготувати учнів до ефективного застосування знань у практичній діяльності та сучасному технологічно орієнтованому суспільстві.

Формування цифрової компетентності – ключовий компонент сучасної педагогічної діяльності. Учитель фізики має не лише володіти ІКТ, а й уміти інтегрувати їх у навчальний процес: створювати інтерактивні завдання, використовувати онлайн-тести, організовувати дистанційні лабораторні роботи. Водночас учні набувають умінь пошуку, обробки та критичного аналізу інформації, що формує в них медіа- та інформаційну грамотність. Таким чином, цифровізація фізичної освіти виступає не просто технічним оновленням, а фундаментальною зміною педагогічної парадигми, орієнтованою на формування нової культури навчання.

Однією з найактуальніших проблем сучасної освіти залишається низький рівень мотивації учнів до вивчення природничих дисциплін. У цьому контексті інноваційні підходи відіграють ключову роль, оскільки поєднують пізнавальний, емоційний і практичний аспекти навчання. Практико орієнтовані завдання, дослідницькі експерименти та міжпредметні проекти допомагають учням побачити реальне застосування фізики – від побутових приладів до екологічних технологій.

Мотиваційні чинники в інноваційному освітньому середовищі пов'язані з активною участю учнів у процесі пізнання, можливістю вибору теми чи форми роботи, а також використанням сучасних засобів навчання. Елементи гейміфікації, командна робота, участь у конкурсах і виставках технічної творчості створюють позитивний емоційний фон і підсилюють внутрішню мотивацію до вивчення предмета.

Психолого-педагогічні умови підвищення інтересу до фізики передбачають створення атмосфери довіри й співробітництва між учителем та учнями, підтримку індивідуальних освітніх траєкторій, а також урахування вікових та когнітивних особливостей школярів. Важливо, щоб навчальний процес забезпечував ситуацію успіху, де кожен учень має можливість відчувати власну компетентність і досягнення. У поєднанні з інноваційними методами навчання це створює умови для глибокого засвоєння знань, розвитку самостійності та стійкої пізнавальної мотивації.

Висновки. Проведене дослідження показало, що оновлення змісту та методів навчання фізики в базовій школі відповідно до Концепції НУШ передбачає зміну педагогічної парадигми: від передавання готових знань до організації самостійної навчальної діяльності учнів, розвитку їхнього критичного та творчого мислення. Застосування компетентнісного та діяльнісного підходів сприяє формуванню ключових компетентностей, а інтеграція природничих дисциплін через міжпредметні зв'язки та STEM-проекти підвищує пізнавальну активність і дослідницькі навички учнів. Інноваційні технології, такі як гейміфікація, проектне навчання, змішане навчання та цифрові інструменти (*PhET*, *GeoGebra*, *Classtime*), дозволяють адаптувати навчальний процес до індивідуальних можливостей учнів і підвищують ефективність засвоєння матеріалу. Важливим фактором мотивації є практико орієнтоване навчання, що потребує відповідного матеріально-технічного забезпечення та професійної готовності вчителів до інноваційної діяльності. Таким чином, сучасне навчання фізики має реалізовуватися комплексно – через оновлення змісту, методів і засобів навчання.

ня, розвиток професійної компетентності педагогів та формування пізнавальної активності учнів.

Список використаних джерел:

1. Діхтяренко Л.М. Використання інноваційних технологій у процесі розвитку. *Інноваційна педагогіка*. 2023. № 63. С. 45–49.
2. Андрєєв А.М. Методичні аспекти реалізації STEM-підходів у навчанні. *Сучасна освіта*. 2024. № 2. С. 12–18.
3. Васютіна Т. Використання STEM-технологій у підготовці майбутніх фахівців. *Наукові публікації*. 2024. № 4. С. 33–38.
4. Терещук С.І. Інтерактивні технології кооперативного навчання на уроках фізики. *Українські студії в європейському контексті*. 2023. № 7. С. 57–62.
5. Лиходєєва Г.В. Інноваційні технології в дистанційному навчанні: відкриті ресурси, онлайн-курси та інші можливості. *Академічні візії*. 2023. Вип. 20. С. 74–80.
6. Третяк А.М. Інноваційні технології навчання на уроках фізики: методичний посібник. Полтава: Полтавська академія неперервної освіти ім. М.В. Остроградського, 2023. 112 с.
7. Методичні рекомендації щодо розвитку STEM-освіти у закладах освіти. Київ: Інститут модернізації змісту освіти, 2024. 28 с.
8. Войтків Г.В. Технології кооперативного навчання на уроках фізики. *Педагогічна наука*. 2024. № 3. С. 88–92.
9. Johnson D.W., & Johnson R.T. Cooperative Learning in 21st Century. *An International Journal of Educational Research*. 2023. 58 (2). P. 101–115.
10. Honey M., & Hilton M. (Eds.). Learning Science Through STEM Education. Washington, DC: National Academies Press, 2023.
11. Beers S.Z. 21st Century Skills: Preparing Students for Their Future. Bloomington, IN: Solution Tree Press, 2024.
12. Capraro R.M., & Slough S.W. STEM Project-Based Learning: An Integrated Approach. Rotterdam: Sense Publishers, 2023.
13. Papert S., & Harel I. Constructionism. Norwood, NJ: Ablex Publishing, 2023.
14. Prince M., & Felder R. Inductive Teaching and Learning Methods: Definitions, Comparisons, and Research Bases. *Journal of Engineering Education*. 2024. 113 (1). P. 123–144.

Inna KOZAK¹, Tetyana POVEDA², Ruslan POVEDA³

^{2,3}Kamianets-Podilskyi Ivan Ohienko National University
¹Dunayevets Lyceum No. 2 of the Dunayevets City Council

INNOVATIVE ASPECTS OF TEACHING PHYSICS TO STUDENTS OF BASIC SCHOOL IN THE CONTEXT OF MODERN EDUCATIONAL REFORMS

Abstract. The study examines modern innovative approaches to teaching physics to primary school students in the context of educational reforms, in particular, taking into account competency-based, activity-based and STEM-oriented approaches. The purpose of the work is to identify and theoretically substantiate effective methods, forms and technologies of teaching physics that contribute to the development of cognitive activity and research skills of schoolchildren. The study analyzed modern trends in the development of physical education in Ukraine in the context of the implementation

of the Concept of the New Ukrainian School, identified effective innovative methods that ensure the formation of subject and key competencies of students. Special attention is paid to the use of digital technologies, the integration of STEM components into the educational process, as well as their role in the development of critical thinking, practical skills and motivation to learn. Based on a theoretical analysis of scientific sources, methodological recommendations are proposed for improving the organization of physics lessons, which are aimed at activating students' cognitive activity and increasing the efficiency of the educational process. The study combines theoretical analysis with practical aspects of implementing innovative approaches, which contributes to the development of a competent, creatively thinking graduate of basic school.

Key words: innovation, New Ukrainian School, educational reform, basic education, physics teaching.

References:

1. Dikhtarenko L.M. Vykorystannia innovatsiinykh tekhnolohii u protsesi rozvytku. *Innovatsiina pedahohika*. 2023. № 63. S. 45–49.
2. Andrieiev A.M. Metodychni aspekty realizatsii STEM-pidkhodiv u navchanni. *Suchasna osvita*. 2024. № 2. S. 12–18.
3. Vasiutina T. Vykorystannia STEM-tekhnohohii u pidhottvtsi maibutnikh fakhivtsiv. *Naukovi publikatsii*. 2024. № 4. S. 33–38.
4. Tereshchuk S.I. Interaktyvni tekhnolohii kooperatyvnoho navchannia na urokakh fizyky. *Ukrainski studii v yevropeiskomu konteksti*. 2023. № 7. S. 57–62.
5. Lykhodieieva H.V. Innovatsiini tekhnolohii v dystantsiynomu navchanni: vidkryti resursy, onlain-kursy ta inshi mozhlyvosti. *Akademichni vizii*. 2023. Vyp. 20. S. 74–80.
6. Tretiak A.M. Innovatsiini tekhnolohii navchannia na urokakh fizyky: metodychnyi posibnyk. Poltava: Poltavska akademiia neperervnoi osvity im. M.V. Ostrohradskoho, 2023. 112 s.
7. Metodychni rekomendatsii shchodo rozvytku STEM-osvity u zakladakh osvity. Kyiv: Instytut modernizatsii zmistu osvity, 2024. 28 s.
8. Voitkiv H.V. Tekhnolohii kooperatyvnoho navchannia na urokakh fizyky. *Pedahohichna nauka*. 2024. № 3. S. 88–92.
9. Johnson D.W., & Johnson R.T. Cooperative Learning in 21st Century. *An International Journal of Educational Research*. 2023. 58 (2). P. 101–115.
10. Honey M., & Hilton M. (Eds.). Learning Science Through STEM Education. Washington, DC: National Academies Press, 2023.
11. Beers S.Z. 21st Century Skills: Preparing Students for Their Future. Bloomington, IN: Solution Tree Press, 2024.
12. Capraro R.M., & Slough S.W. STEM Project-Based Learning: An Integrated Approach. Rotterdam: Sense Publishers, 2023.
13. Papert S., & Harel I. Constructionism. Norwood, NJ: Ablex Publishing, 2023.
14. Prince M., & Felder R. Inductive Teaching and Learning Methods: Definitions, Comparisons, and Research Bases. *Journal of Engineering Education*. 2024. 113 (1). P. 123–144.

Отримано: 28.09.2025

Віталій КОСТЕНКО¹, Олександр ГРИГОРЧУК², Микола ЧУМАК³^{1,3}Український державний університет імені Михайла Драгоманова²Київський національний університет будівництва і архітектуриe-mail: ¹v.a.kostenko@udu.edu.ua, ²hryhorchuk.om@knuba.edu.ua, ³chumak.m.e@gmail.com;ORCID ID: ¹0009-0004-9383-7113, ²0000-0002-6139-1231, ³0000-0002-9956-9429

ЗМІСТОВА ТА ІНСТРУМЕНТАЛЬНА СКЛАДОВІ ОРГАНІЗАЦІЇ ВІРТУАЛЬНОГО НАВЧАЛЬНОГО СЕРЕДОВИЩА ДЛЯ ВИВЧЕННЯ ІНФОРМАТИКИ

Анотація. Проблематика статті зосереджена на розкритті пріоритетності впливу змістової та інструментальної складових на ефективність організації віртуального навчального середовища для вивчення інформатики.

Підкреслено, що правильність побудови змістової траєкторії вивчення інформатики є запорукою поетапності самостійного переходу суб'єкта пізнання на різні рівні складності засвоєння навчального матеріалу, адаптуючи при цьому темп його опрацювання відповідно до власних інтелектуально-особистісних можливостей.

Виокремлено, що продуктивність функціонування практичної сторони досліджуваного актуалізується на рівні інструментальної складової, яка забезпечує заявлене середовище необхідними засобами та актуалізує ефективність формування навчальних взаємодій (зокрема, за рахунок залучення спеціальних педагогічних технологій).

Унаочнено вихідні принципи для побудови технологій організації віртуального навчального середовища на рівні вивчення інформатики (практико-центрований, особистісно зорієнтований, модульно-адаптивний, системно-інтерактивний, візуалізаційно-композиційний).

Підсумовано, що в умовах віртуального навчального середовища суб'єкти пізнання мають змогу зосередитися на різних аспектах вивчення інформатики (зокрема, мотиваційно-ціннісному, теоретико-прикладному, технологічному, комунікативному та дослідницько-креативному).

Ключові слова: змістова та інструментальна складові, віртуальне навчальне середовище, вивчення інформатики, навчання, феномен.

Постановка проблеми. Ставлення педагогічної спільноти до технологій сьогодні суттєво змінилося у порівнянні з попередніми етапами суспільного розвитку. Феномен цифрової грамотності нині став для освітнього середовища справжньою «м'якою» силою, яка актуалізувала необхідність предметного розгляду, аналізу, організації та реалізації процесів функціонування віртуального навчального середовища на рівні кожної освітньої інституції [6]. Цінність досліджуваного предмета розкрилася і у фокусі формування базової суспільної необхідності – забезпечення функціонування високоякісної системи освіти, з урахуванням існуючих запитів сучасного ринку праці [1].

Аналіз основних досліджень і публікацій. У фокусі заявленого предметного дискурсу, доволі цінними стали для нас праці таких українських учених, як: Н. Бахмат, В. Биков, Т. Дудка, М. Жалдак, Ю. Рамський, В. Сиротюк, О. Спірін, А. Кух, та інші. Проте, на наш погляд, варто більш детально зупинитися на розгляді питання пріоритетності впливу змістової та інструментальної складових на ефективність організації віртуального навчального середовища для вивчення інформатики.

Мета статті – здійснити теоретичний аналіз змістової та інструментальної складових на рівні організації ефективного функціонування віртуального навчального середовища для вивчення інформатики.

Виклад основного матеріалу. Технологія організації віртуального навчального середовища для вивчення інформатики є доволі складним та багатоаспектним педагогічним феноменом. Така складність приховується у поетапності раціоналізації цього процесу, з урахуванням як спектру зовнішніх викликів, так і переліку внутрішніх потреб й запитів по відношенню до заявленого предмета дослідження. З метою комплексного аналізу досліджуваної проблематики, варто на наш погляд більш детально зупинити-

ся на відрефлексуванні двох складових організації віртуального навчального середовища – змістової та інструментальної.

Цінність першої складової приховується у необхідності систематичного оновлення інформаційного контенту, внаслідок циклічного впливу процесу старіння знань, і наслідково – втрати актуальності вивчення застарілої інформації у процесі реалізації навчальних завдань [4; 5]. З метою більш комплексного аналізу змістової складової, варто окреслити й критеріальний спектр вимог до оцінювання рівня ефективності відбору матеріалу для формування навчального контенту.

Першим критерієм буде *тематико-змістовий*. Значущість останнього розкривається крізь призму побудови цілісного взаємозв'язку між тематикою пройдених занять, у межах визначених навчальним планом курсів. Тобто, ключовою квінтесенцією цього критерію є формування такого інформаційно-насиченого блоку навчального матеріалу, який за ступенем складності викладу буде найоптимальнішим для засвоєння саме на цьому навчальному рівні.

Наступним у досліджуваному переліку буде критерій *актуально-змістовий*. Суть останнього повнопланово розкривається на рівні такої організації віртуального навчального середовища для вивчення інформатики, коли змістовий контент найбільш повною мірою апелюватиме до найсучасніших технологічних напрацювань і здобутків, та тим самим націлитися на розширення наукового світогляду тих, хто навчається. Важливим, також, на рівні виконання цього критерію буде підбір саме такого матеріалу, який найбільш повноцінно розкриє сучасні соціальні потреби та запити, які повинні бути зрозумілими для цільової аудиторії вихованців [10]. Справжня цінність таких матеріалів відзначиться і на тому етапі їх подальшого особистісного розвитку та зростання, коли виникне нагальна необхід-

ність апелювати до засвоєного, з метою пошуку шляхів для розв'язання актуального завдання.

Третім у спектрі досліджуваних є *методично-змістовий* критерій. Саме він максимальним чином сфокусований на примноженні чисельності умінь та навичок суб'єктів пізнання у процесі їх практичної діяльності, на рівні віртуального навчального середовища. Вагомість цього критерію найбільш повнопланово розкривається за тих умов, коли викладач обирає навчальний матеріал з урахуванням того, щоб він повноцінно віддзеркалював рівень своєї практичної значущості для усіх учасників навчального процесу. Робота з таким інформаційним контентом повинна актуалізувати роботу на рівні віртуального навчального середовища таким чином, щоб забезпечити поетапний рух вихованця від простішого до більш складнішого, забезпечуючи тим самим більш якісний рівень засвоєння навчального матеріалу за ступенем складності [4]. Зокрема, остання вимога є особливо значущою на рівні вивчення інформатики, адже системність засвоєння матеріалу забезпечується ефективністю вивчення попередніх тем, які як цеглинки надбудовуються одна на іншу.

Четвертим критерієм є *аутентично-змістовий*. Цінність останнього приховується у повноцінній відповідності навчального матеріалу діючим вимогам, прописаним зокрема у діючих освітніх нормативах та стандартах. Тобто, цей критерій закладає такий міцний стрижень змістової відповідності, дотримання якої приводить педагога до більш продуктивної результативності на кожному етапі реалізації навчальних завдань [3].

Продуктивність інструментальної складової організації віртуального навчального середовища розкривається, зокрема, у контексті залучення цілісного спектру технічних засобів навчання, наявних в освітніх інституції [7; 9]. Ефективність використання останніх прослідковується, зокрема, на рівні більш продуктивного примноження на особистісному рівні суб'єктів пізнання спектру знань, умінь та навичок [8]. Частиною інструментальної складової є також педагогічні технології організації досліджуваного навчального середовища, які розробляються з урахуванням об'єктивної необхідності дотримання у навчальних реаліях цілої низки принципів (див. *рис. 1*).

З метою більш предметного відрефлексування заявленого на *рис. 1*, варто проаналізувати сутнісну наповненість кожного із зображених принципів (*рис. 1*). Перший (*практико-центрований*) – сфокусований на наблизненні інформаційної наповненості віртуального навчального середовища до практичних потреб тих, хто навчається (*рис. 1*). Зрозуміло, що у такому модулі досліджуваного потрібно сфокусувати увагу суб'єкта пізнання на реальній особистісній участі у навчальних проектах, розв'язуванні прикладних інформаційних задач тощо. Викладач повинен передбачити, що у процесі роботи суб'єктів пізнання над такими завданнями, по-

винен бути окремо виділений час на реалізацію предметної рефлексії, з метою окреслення успіхів та тимчасових невдач на цьому етапі навчального процесу.

Особистісно зорієнтований принцип сфокусований для створення найоптимальніших навчальних умов для формування персоналізованої траєкторії індивідуального навчання у системі віртуального навчального середовища (*рис. 1*). У рамках роботи на рівні цього середовища позитивним аспектом є збереження показників навчального прогресу та віддзеркалення сумарної продуктивності досягнутого у фокусі реалізації запланованого спектру навчальних завдань.

Зміст *модульно-адаптивного* принципу доволі глибоко розкривається у модулі структурування навчально-інформаційного контенту за схемою поетапного ускладнення змістового насичення модулів (*рис. 1*). Саме така схема поетапного переходу від простішого щабля особистісного сприйняття до більш складнішого, актуалізує імплементацію адаптивного складника досліджуваного принципу, коли рівень складності матеріалу можна підлаштовувати під інтелектуальні можливості суб'єкта пізнання.

Сутність *системно-інтерактивного* принципу проблематизується у фокусі двох основних аспектів. Перший – розкриває необхідність побудови змісту віртуального навчального середовища, відповідно до принципу міждисциплінарності. Останній, зокрема передбачає необхідність імплементації на рівні практичних умов середовища комплексних знань педагога з інформатики, педагогіки, математики, фізики, логіки та інших необхідних знансєвих конструктів, які актуалізують формування цікавого та водночас педагогічно-виваженого навчально-інформаційного контенту. Другий аспект розкриває перспективність забезпечення тісної інтерактивної взаємодії суб'єкта пізнання з: усіма учасниками навчального процесу та наявним інформаційним контентом.

Останнім у переліку аналізованих є *візуалізаційно-композиційний* принцип. Зокрема, візуалізаційна складова проблематизує необхідність урізноманітнення навчального матеріалу з допомогою залучення графічних, симуляційних та мультимедійних засобів, зокрема, задля підвищення рівня продуктивності сприйняття та відрефлексування на особистісному рівні складного понятійно-категоріального апарату. А композиційна – сфокусована на правильній репрезентації навчального матеріалу, задля підвищення продуктивності процесів запам'ятовування та відтворення опрацьованого. У фокусі аналізу інструментальної складової організації віртуального навчального середовища для вивчення інформатики, на наш погляд, варто побіжно виокремити потенціал:

- комп'ютерно-підтримуючого навчання, яке передбачає залучення спеціального потенціалу онлайн-курсів, навчальних платформ, з метою підвищення рівня цифрової грамотності та розширення спектру знань, умінь та навичок на рівні предмету пізнання;

- мобільно-підтримуючого навчання, що актуалізує використання спеціального потенціалу мобільних пристроїв, які завдяки своїм відносно невеликим габ-



Рис. 1. Вихідні принципи побудови технологій організації віртуального навчального середовища для вивчення інформатики

ритам та масі можна використовувати для досягнення навчальних цілей у абсолютно різних умовах, де немає змоги апелювати до потенціалу комп'ютерно-підтримуючого навчання;

– комп'ютерно-опосередкованої навчальної комунікації, яка дозволяє використовувати потенціал чатів, форумів, колаборативних платформ та відеоконференцій задля вибудови більш продуктивної навчальної взаємодії між усіма учасниками навчального процесу, які територіально розосереджені у різних точках географічної локації.

У фокусі аналізу, зокрема, комп'ютерно-опосередкованої навчальної комунікації варто відзначити доволі цінний потенціал навчальних чатів. Проте, тут більшою мірою слід зосередити увагу не на аналізі його потенціалу лише з позиції усталеного сприйняття існуючого, як своєрідної ланки для активного обміну короткими повідомленнями. У цьому навчальному аспекті варто презентувати чат передусім як місце для обміну думками та поглядами на предмет дослідження у режимі реального часу. Це доволі зручна система формування тісного міжособистісно-предметного діалогу, у рамках якого за відносно короткий час можна з'ясувати важливі аспекти проблеми, яка винесена на обговорення та розгляд усіх учасників.

У цілому, залучення інформаційних технологій та інноваційних ресурсів актуалізує трансформацію навчального середовища у високоінтерактивний навчальний простір, на рівні якого відбувається ефективна інтерсуб'єктна взаємодія між усіма учасниками навчального процесу.

Надзвичайно важливою, на етапі організації віртуального навчального середовища є така поетапність дій у процесі вивчення суб'єктом пізнання інформатики:

– покрокове використання різних засобів навчання (зокрема, друкованих матеріалів, аудіо- та відеоконтенту);

– поглиблення рівня знань, умінь та навичок у процесі переходу від одного програмованого блоку до більш складнішого на порядок;

– вибудова на внутрішньо особистісному рівні ланцюжка фонового знання, з урахуванням рівня навчального досвіду кожного залученого до пізнання суб'єкта.

Екстраполюючи процес рефлексії віртуального навчального середовища на його розгляд як цілісної системи навчання, актуалізується проблематика його дослідження як ефективного феноменологічного «циркулювання» у рамках поліспектрального аналізу наступних параметрів:

– мотиваційно-пізнавального – актуалізуючого чітку спрямованість на пізнання на рівні кожного суб'єкта, який навчається;

– взаємодійно-результативного – передбачуючого формування стійких інтерсуб'єктних взаємодій між усіма учасниками навчального процесу на тому, чи іншому етапі розв'язання задач;

– цілеспрямовано-управлінського – націлюючого педагога на необхідність передбачення результативності реалізації суб'єктом пізнання спеціального алгоритму навчальних дій, які цілеспрямовано, але опосередкованого регулюються впливом викладача на аудиторію слухачів.

На основі проведеного теоретичного аналізу варто виокремити цілісний спектр факторів, які актуалізують продуктивність практичного функціонування віртуального навчального середовища у процесі вивчення інформатики:

а) розширення спектру інтересів та потенційних можливостей суб'єктів пізнання, які перебувають у системній взаємодії з усіма учасниками навчального процесу;

б) уникнення інтелектуального та емоційно-стресового перенавантаження у процесі функціонування на рівні абсолютно комфортних умов віртуального навчального середовища;

в) забезпечення створення не лише дво-, але й багатостороннього процесу міжособистісних взаємодій у процесі опрацювання навчального матеріалу;

г) фокусування уваги суб'єктів на різних пізнавальних аспектах засвоєння інформатики (зокрема, мотиваційно-ціннісному, теоретико-прикладному, технологічному, комунікативному, дослідницько-креативному) (див. *рис. 2*). Детальна характеристика кожного із заявлених аспектів репрезентована на рисунку (*рис. 2*).

Інструментальна складова організації віртуального навчального середовища, на рівні вивчення інформатики, відкриває перед усіма учасниками навчального процесу можливості:

– долучатися до роботи на рівні індивідуальних та групових проектів;

– залучати до навчального діалогу авторитетних спікерів з України та закордону;

– поглиблювати формування знань та розвиток умінь й навичок на рівні означеної дослідженням галузі знань;

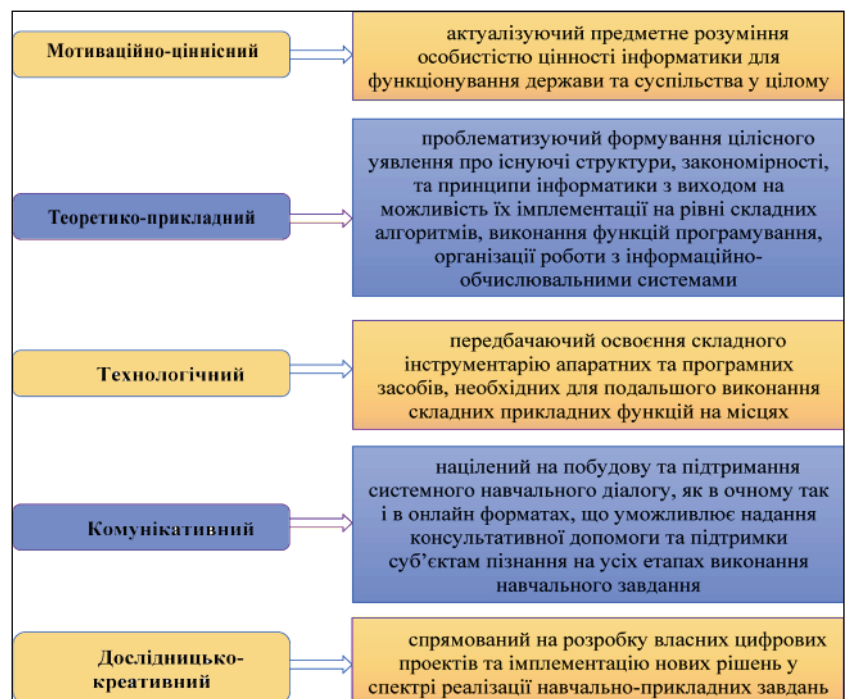


Рис. 2. Пізнавальні аспекти засвоєння інформатики суб'єктами навчання

– зберігати архівуючи найбільш цінний інформаційний контент, необхідний для подальшої успішної реалізації завдань теоретичного та прикладного характеру.

Усупереч тому факту, що інтернет увійшов до широкого суспільного обігу не надто давно, проте за цей час нагромадився достатньо глибокий досвід щодо потенційних можливостей використання цього потенціалу на рівні віртуального навчального середовища. І сьогодні, доволі типовим навчальним рішенням буде можливість використання досліджуваного зокрема на рівні:

– побудови предметно-змістового діалогу, з метою виявлення найголовніших аспектів теми, яка виснесена на розгляд;

– організації занять презентаційного характеру, з метою унаочнення алгоритмів розв'язку навчальних завдань на рівні тієї, чи іншої тематики;

– реалізації проблемного заняття, коли у полі зору суб'єктів пізнання опиниться проблема, яку потрібно буде розв'язати, виходячи із набутого досвіду вивчення інформатики;

– формування на особистісному рівні предметної компетентності щодо вміння якісно вибудовувати комунікативний діалог в умовах віртуального навчального середовища (наприклад, за посередництвом інструментарію чату);

– проходження оціночних процедур, задля виявлення рівня засвоєння суб'єктом пізнання навчального матеріалу.

Висновки та перспективи подальших розвідок. Підсумовуючи проаналізоване вище, варто зробити наступні висновки:

– ефективність організації віртуального навчального середовища для вивчення інформатики напряму корелюється із змістовою та інструментальною складовими досліджуваного феномена;

– правильність побудови змістової траєкторії вивчення інформатики є запорукою поетапності самостійного переходу суб'єкта пізнання на різні рівні складності вивчення, адаптуючи при цьому темп засвоєння навчального матеріалу відповідно до інтелектуально-особистісних можливостей;

– продуктивність функціонування практичної сторони досліджуваного актуалізується на рівні інструментальної складової, яка забезпечує заявлене середовище необхідними засобами (платформи, програми та ін.) та продукує ефективність формування навчальних взаємодій, за рахунок залучення спеціальних педагогічних технологій;

– перспективним тематичним джерелом для подальших наукових пошуків може послугувати проблема інтеграції на рівні віртуального навчального середовища елементів штучного інтелекту.

Список використаних джерел:

1. Андрущенко В.П. Безальтернативна матриця освіти: «розумна освіта» як потреба і реальність XXI століття. *Вища освіта України*. № 1. 2024. С. 5–10.
2. Биков В., Спірін О., Пінчук О. Проблеми та завдання сучасного етапу інформатизації освіти. *Наукове забезпечення розвитку освіти в Україні: актуальні проблеми теорії і практики* (до 25-річчя НАПН України). Київ: Видавничий дім «Сам». 2017. С. 191–198.

3. Рамський Ю.С. Професійна діяльність вчителя в епоху інформатизації освіти. *Науковий часопис НПУ імені М.П. Драгоманова. Серія 2: Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання*. 2015. № 15. С. 23–26.
4. Стецик С.П., Чумак М.Є., Єфименко В.В. Досвід використання віртуальної та доповненої реальності при підготовці майбутніх вчителів. *Цифрова трансформація в освіті: виклики та перспективи: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції* (15–16 квітня 2025 року, м. Київ) / упоряд: Твердохліб І.А., Малюх Є.В. Київ: Вид-во УДУ імені Михайла Драгоманова, 2025. 324 с.
5. Bakhmat N.V., Dudka T.Y., Liubarets V.V. Multimedia education technologies usage as the condition for quality training of the managers of socio-cultural activity. *ITLT*. 2018. Vol. 64. No. 2. P. 98–109. DOI: <https://doi.org/10.33407/itlt.v64i2.2027>
6. Geyer D. Why unlearning is as vital as learning in the Fourth Industrial Revolution. ILO Regional Office for Asia and the Pacific. 23.09.2019. URL: <https://www.weforum.org/agenda/2019/09/to-maximize-the-4ir-we-need-to-do-some-serious-unlearning/>
7. Kozák S., Ružický E., Štefanovič J., & Schindler F. Research an education for industry 4.0: Present development. *Cybernetics & Informatics (K&I)*. 2018. 1–8.
8. Spirin O., Burov O. Models and applied tools for prediction of student ability to effective learning. *14th International Conference on ICT in Education, Research and Industrial Applications. Integration, Harmonization and Knowledge Transfer*. CEUR-WS, 2018. T. 2104. P. 404–411.
9. Stefanidis K., Psaltis A., Apostolakis K.C., Dimitropoulos K., & Daras P. Learning prosocial skills through multiadaptive games: a case study. *Journal of Computers in Education*. 2019. 6 (1). P/ 167–190. DOI: <https://doi.org/10.1007/s40692-019-00134-8>
10. UNESCO, International Commission on the Futures of Education, “Education in a post COVID-19 world: Nine ideas for action”, 2020. URL: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000373717/PDF/373717eng.pdf.multi>

**Vitalii KOSTENKO¹, Oleksandr HRYHORCHUK²,
Mykola CHUMAK³**

^{1,3}*Dragomanov Ukrainian State University*

²*Kyiv National University of Construction and Architecture*

CONTENT AND INSTRUMENTAL COMPONENTS OF CREATING A VIRTUAL LEARNING ENVIRONMENT TO STUDY COMPUTER SCIENCE

Abstract. The article focuses on revealing the close relationship between the effectiveness of creating a virtual learning environment for studying computer science and the content and instrumental components of the phenomenon under study.

It is emphasized that the correctness of constructing the content trajectory for the study of computer science is crucial to the gradual, independent transition of the subject of knowledge to different levels of complexity, while adapting the pace of educational material assimilation to intellectual and personal capabilities.

The productivity of the practical side of the subject of study is realized at the level of the instrumental component, which provides the declared environment with the necessary means and enhances the effectiveness of educational interactions by incorporating specialized pedagogical technologies.

The initial principles of building technologies for creating a virtual learning environment for studying computer science (practice-centered, personally oriented, modular-adaptive, system-interactive, visualization-and-compositional) are illustrated.

It is concluded that under conditions of a virtual learning environment, subjects of cognition can focus on various aspects of studying computer science (in particular, motivational value, theoretical-applied, technological, communicative, and research-and-creative).

Key words: content and instrumental components, virtual learning environment, studying computer science, learning, phenomena.

References:

1. Andrushchenko V.P. Bezalternatyvna matrytsia osvity: «rozumna osvita» yak potreba i realnist 21 stolittia. *Vyshcha osvita Ukrainy*. № 1. 2024. S. 5–10.
2. Bykov V., Spirin O., Pinchuk O. Problemy ta zavdannia suchasnoho etapu informatyzatsii osvity. *Naukove zabezpechennia rozvytku osvity v Ukraini: aktualni problemy teorii i praktyky* (do 25-richchia NAPN Ukrainy). Kyiv: Vydavnychiy dim «Sam». 2017. S. 191–198.
3. Ramskyi Yu.S. Profesiina diialnist vchytelia v epokhu informatyzatsii osvity. *Naukovyi chasopys NPU imeni M.P. Drahomanova. Seriya 2: Kompiuterno-orientovani systemy navchannia*. 2015. № 15. S. 23–26.
4. Stetsyk S.P., Chumak M.Ye., Yefymenko V.V. Dosvid vykorystannia virtualnoi ta dopovnenoi realnosti pry pidhotovtsi maibutnikh vchyteliv. *Tsyfrova transformatsiia v osviti: vyklyky ta perspektyvy: materialy Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii* (15–16 kvitnia 2025 roku, m. Kyiv) / uporiad: Tverdokhlib I.A., Maliukh Ye.V. Kyiv: Vyd-vo UDU imeni Mykhaila Drahomanova, 2025. 324 s.
5. Bakhmat N.V., Dudka T.Y., Liubarets V.V. Multimedia education technologies usage as the condition for quality training of the managers of socio-cultural activity. *ITLT*. 2018. Vol. 64. No. 2. P. 98–109. DOI: <https://doi.org/10.33407/itlt.v64i2.2027>
6. Geyer D. Why unlearning is as vital as learning in the Fourth Industrial Revolution. ILO Regional Office for Asia and the Pacific. 23.09.2019. URL: <https://www.weforum.org/agenda/2019/09/to-maximize-the-4ir-we-need-todo-some-serious-unlearning/>
7. Kozák S., Ružický E., Štefanovič J., & Schindler F. Research an education for industry 4.0: Present development. *Cybernetics & Informatics (K&I)*. 2018. 1–8.
8. Spirin O., Burov O. Models and applied tools for prediction of student ability to effective learning. *14th International Conference on ICT in Education, Research and Industrial Applications. Integration, Harmonization and Knowledge Transfer*. CEUR-WS, 2018. T. 2104. P. 404–411.
9. Stefanidis K., Psaltis A., Apostolakis K.C., Dimitropoulos K., & Daras P. Learning prosocial skills through multiadaptive games: a case study. *Journal of Computers in Education*. 2019. 6 (1). P/ 167–190. DOI: <https://doi.org/10.1007/s40692-019-00134-8>
10. UNESCO, International Commission on the Futures of Education, “Education in a post COVID-19 world: Nine ideas for action”, 2020. URL: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000373717/PDF/373717eng.pdf.multi>

Отримано: 21.10.2025

УДК 004,378.371:53

DOI: 10.32626/2307-4507.2025-31.223-228

Оксана КУХ¹, Аркадій КУХ²

Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка

e-mail: ¹okukh@kpmu.edu.ua, ²kuh@kpmu.edu.ua;

ORCID: ¹0000-0001-9103-1272, ²0000-0002-7865-4704

СЕРВІСИ ВЕБ-СКРЕЙПІНГУ ТА ВІДКРИТИХ ДАНИХ В НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕННЯХ

Анотація. У статті розглядається технологія веб-скрейпінгу (web scraping) як ефективного методу автоматизованого збору та обробки даних з мережі Інтернет для наукових досліджень. Автори детально описують механізм роботи скрейпінгу, який базується на взаємодії пошукових ботів (краулерів), що знаходять необхідні ресурси, та власне скрейперів – програм, які витягують, структурують та зберігають інформацію (тексти, зображення, таблиці) у зручних форматах, наприклад CSV. Розглянуто різні інструментальні підходи до реалізації цього процесу: від написання коду мовами Python (бібліотеки BeautifulSoup, Scrapy) та R до використання no-code рішень (Oscoparse) та вбудованих функцій табличних редакторів. Зокрема, наведено практичний приклад використання функції IMPORTHTML у Google Spreadsheets для імпорту таблиць із веб-сайтів.

Значна увага приділена джерелам відкритої інформації. Проведено огляд провідних платформ та репозиторіїв даних, таких як Kaggle, Google Dataset Search, UCI Machine Learning Repository, Data.gov, World Bank Open Data та OpenStreetMap. Описано алгоритм роботи з платформою Kaggle: від пошуку специфічних датасетів (наприклад освітньої статистики) до їх завантаження та попередньої обробки для подальшого аналізу. Окремо наголошується на етичних та правових аспектах веб-скрейпінгу. Автори застерігають про необхідність дотримання правил використання сайтів (robots.txt), авторських прав та принципів наукової доброчесності.

Зроблено висновок, що володіння інструментами веб-скрейпінгу та навички роботи з відкритими даними є критично важливими для оперативного отримання актуальної інформації, виявлення глобальних тенденцій та прийняття обґрунтованих рішень у сучасному цифровому світі.

Ключові слова: Веб-скрейпінг, відкриті дані, автоматизований збір даних, аналіз даних, наукові дослідження, інструменти скрейпінгу.

Веб-скрейпінг (web scraping) – це процес автоматичного отримання даних з веб-сторінок, що може використовуватися в наукових дослідженнях для збору і аналізу інформації з Інтернету. Спеціальна програма сканує сайт та копіює його дані: тексти, зображення, аудіофайли тощо. Потім систематизує їх і зберігає, наприклад, таблицю формату CSV. Таким чином можна

вивантажити цілий каталог інтернет-магазину, бібліотеку або будь-яку іншу базу даних. Звичайно, якщо вона знаходиться у відкритому веб-доступі. Так, бувають ситуації, коли потрібно зібрати конкретні типи даних, але на яких сайтах вони перебувають – невідомо. У таких випадках використовують пошуковий бот, або краулер. Він шукає потрібні дані в інтернеті, а після

цього повідомляє про них скрейперу – програмі, яка безпосередньо займається отриманням даних із веб-сторінок. Краулер та скрейпери розробляють індивідуально під потреби кожного конкретного проекту.

Деякі ресурси самі надають швидкий доступ до даних через API. Наприклад, інтернет-магазин у такий спосіб може ділитися знімками та характеристиками товарів зі свого каталогу з партнерами. Якщо ж подібної функціональності не передбачено, на допомогу приходить Web Scraping. Веб-скрейпінг може допомогти збирати великі обсяги даних з різних джерел, таких як новинні сайти, форуми, соціальні мережі тощо. Якщо веб-сторінки містять структуровану інформацію, таку як таблиці або списки, веб-скрейпінг може допомогти автоматично витягнути ці дані для подальшого аналізу, а допомогою вебскрейпінгу можна аналізувати великі обсяги даних з Інтернету для виявлення глобальних тенденцій або патернів. Зібрані за допомогою веб-скрейпінгу дані можна використовувати для створення датасетів, на основі яких можна проводити аналітичні дослідження.

Веб-скрепінг – це технологія, що дозволяє отримувати дані без необхідності відкривати безліч сторінок та займатися копіюванням даних. Ці інструменти дозволяють вручну або автоматично видобувати нові або оновлені дані та зберігати їх для подальшого використання. Наприклад, за допомогою інструментів веб-скрапінгу можна отримувати інформацію про товари та ціни з інтернет-магазинів.

Можливі сценарії використання інструментів веб-скрапінгу можна розділити на процедури: збір даних для досліджень – видобування контактної інформації (адреси електронної пошти, телефони тощо) з різних сайтів для створення власних списків постачальників, виробників або будь-яких інших осіб, які становлять інтерес; завантаження рішень зі StackOverflow (або інших подібних сайтів (див. *рис. 1*) із запитаннями-відповідями) для можливості офлайн читання або зберігання даних з різних сайтів – тим самим знижується залежність від доступу до Інтернету; пошук роботи чи вакансій. відстеження цін на товари у різних магазинах.

При обробці наукових даних особлива увага приділяється трьом взаємопов'язаним задачам:

- завантаженню даних із сайту відкритих даних (наприклад, з бібліотек наукових праць, каталогів журналів, періодичних видань, тощо);

- аналіз наборів даних із порталу відкритих даних;
- використання наборів даних із порталу відкритих даних [1].

Отже, задача скрейпінгу передбачає отримання інформації про набори даних з порталу відкритих даних та збереження для подальшої обробки у вигляді простого текстового файлу формату CSV. Набори даних виводяться посторінково як список, кожен елемент якого містить коротку інформацію про наборі даних.

Таким чином, щоб отримати інформацію про набори даних, необхідно:

- пройти всі сторінки, що містять набори даних;
- отримати коротку інформацію про набір даних та посилання на сторінку з повною інформацією;
- відкрити кожну сторінку з повною інформацією;
- вийняти із сторінки повну інформацію [2].

Веб-скрейпінг працює шляхом завантаження HTML-коду веб-сторінки та вилучення потрібних даних із заданих елементів, таких як заголовки, ціни чи посилання. Інструменти для вебскрейпінгу можуть бути програмами (як Octoparse) або бібліотеками для мов програмування, таких як Python (BeautifulSoup, Scrapy).

Веб-скрапер можна написати на Python (Web Scraping за допомогою python) або R (Іще приклади використання R для вирішення практичних бізнес-завдань). Існує велика кількість інструментів, що дозволяють видобувати дані з веб-сайтів, не написавши жодного рядка коду (наприклад, 10 Web Scraping Tools to Extract Online Data). Інструменти можуть бути самостійними програмами, веб-сайтами або плагінами для браузерів. Перед тим, як писати власний веб-скрапер, варто вивчити наявні інструменти. Як мінімум, це корисно з тієї точки зору, що багато з них мають дуже непогані відео керівництва, в яких пояснюється, як усе це працює. Інструменти веб-скрепінгу розробляються для отримання даних із веб-сайтів. Однак важливо пам'ятати про етичні та правові аспекти веб-скрейпінгу, оскільки не всі сайти дозволяють автоматичне вилучення даних. Деякі сайти мають захист проти скрейпінгу (наприклад, CAPTCHA або обмеження доступу через robots.txt), тому слід дотримуватися правил і умов використання сайтів.

Проте важливо пам'ятати про етичні аспекти веб-скрейпінгу, такі як дотримання правил сайту щодо обмеження доступу або використання отриманих даних.

Також важливо переконатися, що використання отриманих даних відповідає принципам наукової доброчесності.

Розглянемо деякі інструменти веб-скрейпінгу.

Скрепер у Google Sheets [3]. Примітивний скрейпер міститься вже у табличному редакторі Google Sheets. Тут є функція Import HTML, яка дозволяє завантажувати в документ прості таблиці або списки. Функція скрейпінгу має вигляд: IMPORTHTML(url, query, index), де url – посилання на сторінку з таблицею; query – запит, може бути або table (таблиця), або list (список); index – порядковий номер таблиці

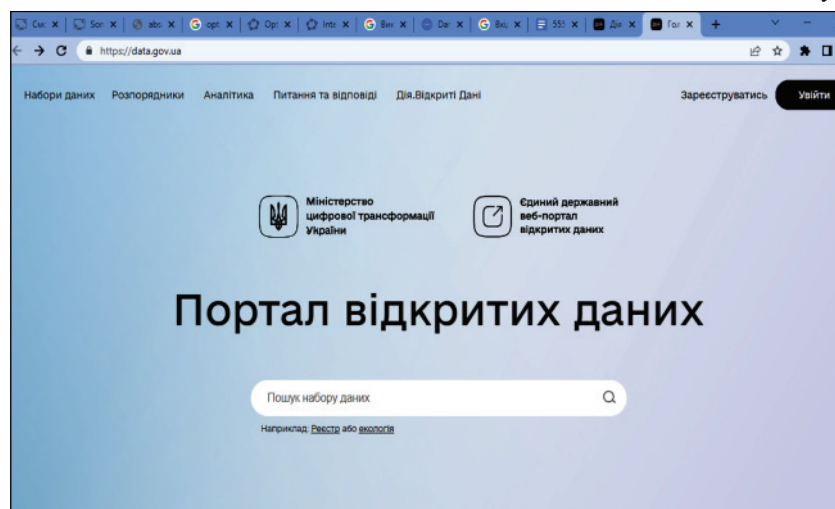


Рис. 1. Портал відкритих даних Data.gov.ua

=IMPORTHTML("https://en.wikipedia.org/wiki/Demographics_of_India"; "table"; 4)										
Years	1921	1922	1923	1924	1925	1926	1927	1928	1929	1930[41]
Total Fertility Rat	5.761	5.77	5.78	5.79	5.8	5.81	5.82	5.83	5.85	5.86

Рис. 2. Імпорт даних в аркуш електронної таблиці

=IMPORTHTML("https://en.wikipedia.org/wiki/Demographics_of_India"; "table"; 2)									
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Year	Maddison (2001)[20]		Clark (1967)[21][22][23]		Biraben (1979)[22][24][25]		Durand (1974)[26][22]		McEvedy (1978)
	Population	% growth / century	Population	% growth / century	Population	% growth / century	Population	% growth / century	Population
10,000 BC	—	—	—	—	—	—	—	—	100,000
4000 BC	—	—	—	—	—	—	—	—	1,000,000
2000 BC	—	—	—	—	—	—	—	—	6,000,000
500 BC	—	—	—	—	—	—	—	—	25,000,000
400 BC	—	—	—	—	30,000,000	—	—	—	26,600,000
200 BC	—	—	—	—	55,000,000	35.4	—	—	30,000,000
1 AD	75,000,000	—	70,000,000	—	48,000,000	−9.3	75,000,000	—	34,000,000

Рис. 3. Модифікація запиту на видобування інформації

чи списку на сторінці (важливо в тих випадках, коли таблиць чи списків на сторінці багато). Таким чином, створивши таблицю в Google Spreadsheets, достатньо в комірку вставити =IMPORTHTML ("https://en.wikipedia.org/wiki/Demographics_of_India"; "table"; 4) і натиснути Enter (див. рис. 2).

У результаті чого ми присвоюємо цій комірниці значення функції IMPORTHTML із заданими параметрами, і функція витягає в нашу електронну таблицю четверту таблицю зі сторінки на Вікіпедії про демографію Індії.

Якщо змінити запит і встановити, наприклад, номер таблиці 2, то отримаємо інший результат (див. рис. 3).

У випадках, коли дані на сторінці добре структуровані, функція IMPORTHTML суттєво полегшує життя і дозволяє швидко перейти власне до аналізу даних.

У сучасному світі дані стали ключовим ресурсом для прийняття рішень у багатьох сферах, включаючи бізнес, науку, соціальні дослідження та технології. Відкриті дані – це доступні для публічного використання набори даних, які можна аналізувати, досліджувати та використовувати для розробки нових продуктів, послуг і рішень. Однією з найпопулярніших платформ для роботи з відкритими даними є Kaggle, але існують й інші важливі сервіси, що пропонують доступ до великих наборів даних [4].

Kaggle – це популярна платформа для аналітики даних і машинного навчання, де користувачі можуть змагатися у вирішенні реальних задач на основі відкритих даних. Платформа також пропонує великий репозиторій наборів даних, які можна вільно використовувати для навчання, досліджень та участі в конкурсах. Kaggle був заснований у 2010 році й сьогодні є частиною корпорації Google. Одна з головних переваг Kaggle – це можливість швидкого доступу до якісних наборів даних, а також до інструментів для аналізу, таких як інтеграція з Python і R. Користувачі можуть використовувати Kaggle Notebooks (середовище для виконання кодів на Python і R), що дозволяє аналізувати дані прямо на платформі, не завантажуючи їх локально.

Kaggle також надає можливість брати участь у змаганнях з машинного навчання, де компанії та організації пропонують задачі з великими призовими фондами. Це не лише допомагає фахівцям покращувати свої навички, але й дозволяє компаніям отримувати рішення для реальних проблем на основі аналізу даних.

Google Dataset Search – це інструмент пошуку відкритих наборів даних, який допомагає користувачам знаходити дані з різних джерел в Інтернеті. Він працює аналогічно до звичайного пошуку Google, але фокусується виключно на наборах даних. Інструмент збирає інформацію про набори даних з різних сайтів і платформ, що робить його зручним для пошуку специфічних даних для досліджень або проєктів. Джерела можуть включати урядові агентства, наукові установи або приватні організації, що публікують дані у відкритому доступі [5].

UCI Machine Learning Repository – це один з найстаріших і найбільш використовуваних репозиторіїв для машинного навчання. Він був заснований у 1987 році і містить сотні наборів даних, які використовуються для навчання алгоритмів машинного навчання та тестування їх ефективності. Набори даних включають інформацію з різних галузей, таких як біологія, медицина, фінанси та соціальні науки. UCI є чудовим ресурсом для студентів, дослідників та практиків у галузі аналізу даних і штучного інтелекту [6].

Data.gov [7] – це портал відкритих даних уряду США, який містить понад 300,000 наборів даних. Дані охоплюють широкий спектр галузей, таких як охорона здоров'я, енергетика, транспорт, екологія та багато інших. Всі набори даних публікуються державними агентствами США і можуть бути використані для досліджень, аналізу або створення нових продуктів та послуг. Data.gov є чудовим прикладом того, як уряд може робити дані доступними для публічного використання.

World Bank Open Data [7] надає доступ до величезної кількості статистичних даних, що стосуються економічного розвитку різних країн. Платформа містить набори даних про економічні показники, демографію, соціальні аспекти та екологічні фактори. Дані регулярно оновлюються та доступні для завантаження у зручних форматах для аналізу. Цей ресурс є важливим для досліджень, пов'язаних з глобальною економікою та соціальними тенденціями.

European Union Open Data Portal [8] надає доступ до наборів даних, зібраних організаціями та установами Європейського Союзу. Ці дані охоплюють різні аспекти життя в ЄС, включаючи економіку, сільське господарство, науку та технології, суспільне життя та інші галузі. Портал дозволяє отримати інформацію для досліджень та аналізу, що стосується країн Європейського Союзу, і сприяє більш прозорому доступу до інформації.

OpenStreetMap (OSM)[9] – це проєкт з відкритими даними, що дозволяє користувачам отримувати доступ до географічної інформації з усього світу. OSM є одним з найбільших джерел картографічних даних, які можуть бути використані для розробки геоінформаційних систем (GIS), мобільних додатків або для інших досліджень. Дані OpenStreetMap підтримуються спільнотою користувачів, що дозволяє постійно оновлювати й удосконалювати інформацію.



Рис. 4. Реєстрація на порталі відкритих даних США Data.gov

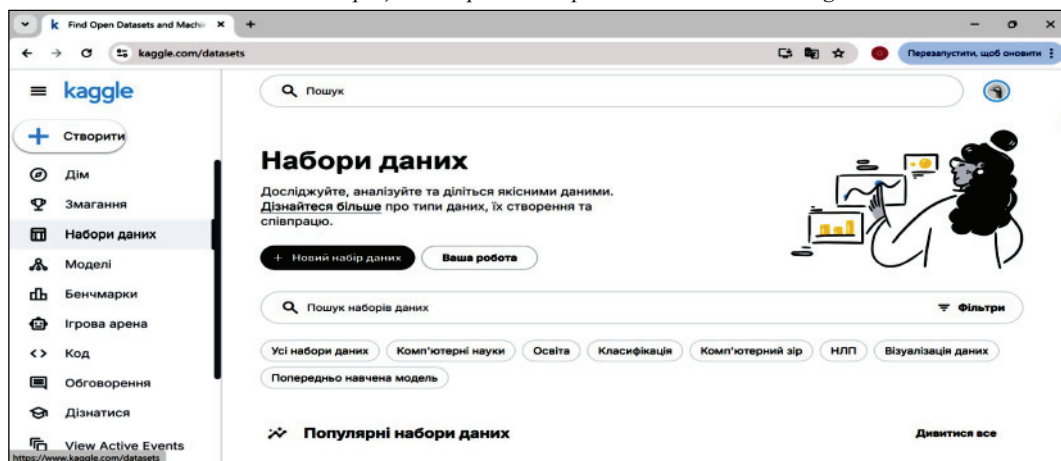


Рис. 5. Набори даних з порталу Data.gov

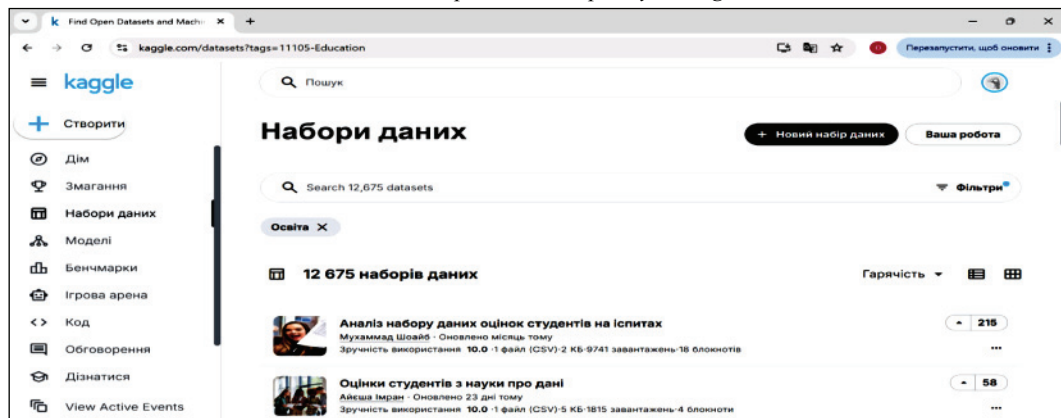


Рис. 6. Дані про освіту

Відкриті дані мають величезне значення для розвитку науки та технологій. Вони надають дослідникам можливість отримати доступ до інформації, необхідної для проведення аналізу, тестування моделей і перевірки гіпотез. Для студентів і викладачів відкриті дані є важливим ресурсом для навчання, особливо в галузі аналізу даних, машинного навчання та статистики.

Kaggle та інші сервіси відкритих даних, такі як Google Dataset Search, UCI Machine Learning Repository, Data.gov, World Bank Open Data та інші, є важливими інструментами для аналізу даних, навчання та досліджень. Вони надають доступ до великої кількості якісних наборів даних, що дозволяє користувачам застосовувати свої знання в реальних умовах. Відкриті дані сприяють розвитку нових технологій, досліджень і підвищенню прозорості в багатьох галузях, що робить їх невід'ємною частиною сучасного світу.

Робота з сервісом Kaggle розпочинається з реєстрації. На панелі зліва міститься, зокрема, посилання на доступні в сервісі набори даних (дата-сети) (див. рис. 4).

У вікні Набори даних ви можете знаходити набори даних або завантажувати власні (див. рис. 5).

Оберемо пошук наборів даних з освітньої сфери (див. рис. 6).

Цей набір даних відображає всю інформацію про успішність студентів на іспиті. Таким чином, результати іспиту пов'язані з їхніми звичками навчання та поведінкою, що допомагає аналізувати успішність студентів. Цей набір даних використовується в коледжах, школах, університетах тощо для визначення їхньої успішності

або неуспішності. Цей набір даних містить такі стовпці: student_id, student_study_hours, student_sleep_hours, student_attendence_percentage, попередні результати та остаточний результат студента на іспиті.

Набір даних також містить відсутні значення, неправильні дані та шум, що робить його ідеальним для практики очищення даних, дослідницького аналізу даних (EDA) та розробки функцій (див. рис. 7).

Знайдений набір даних завантажувється як файл архіву. Після розархівування його можна відкрити в Google Таблицях або за допомогою MS Excel (див. рис. 8).

Передані дані можна фільтрувати, групувати тощо.

Оскільки Інтернет розвивається в геометричній прогресії, а організації все більше покладаються на дані, доступ до найновішої інформації з будь-якої проблеми став

обов'язковим. Дані стали основою всіх процесів прийняття рішень, будь то корпоративні чи некомерційні. Як наслідок, веб-скрейпінг знайшов застосування майже в усіх помітних починаннях сучасності. Також стає очевидним, що будь-хто, хто креативно та інноваційно використовує службу веб-збирання даних, зможе випередити конкурентів і отримати конкурентну перевагу. У науковій діяльності це оперативний доступ до найновіших даних та досліджень.

Список використаних джерел:

1. Що таке веб-скрейпінг та кілька ефективних способів його виконання. URL: <https://alexhost.com/uk/bez-rubriki-uk/what-is-web-scraping-and-several-effective-ways-to-do-it/>
2. Головна причина почати веб-скрейпінг і досягти своїх маркетингових цілей. URL: <https://premio.io/uk/blog/web-scraping/>
3. Дзендзя А.А., Левус Є.В., Вовк А.С. Аналіз ефективного застосування методів автоматизованого збирання даних з вебсайтів. URL: <https://nv.nltu.edu.ua/index.php/journal/article/view/2677/2684>
4. Arhandi P.P., Mashudi I.A. & Nugroho F.A. Automated Website Monitoring System Using Web Scraping and Raspberry Pi. *Telematika: Jurnal Informatika dan Teknologi Informasi*. 2021. 18 (2). P. 222–230. DOI: <https://doi.org/10.31315/telematika.v18i2.5506>
5. Bale A.S., Ghompade N., Rohith S., Kamalesh S., Rohith R. & Rohan B.S. Web scraping approaches and their performance on modern websites. *3rd International Conference on Electronics and Sustainable Communication Systems (ICESC)*. 2022. P. 956–959. DOI: <https://doi.org/10.1109/ICESC54411.2022.9885689>
6. Bricongne J., Meunier B. & Pouget S. Web-scraping housing prices in real-time: The Covid-19 crisis in the UK. *Journal of Housing Economics*. 2022. 59. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jhe.2022.101906>
7. Dewi L.C., Meiliana N. & Chandra A. Social Media Web Scraping using Social Media Developers API and Regex. *Procedia Computer Science*. 2019. 157. P. 444–449. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2019.08.237>
8. Dongo I., Cardinale Y., Aguilera A., Martínez F., Quintero Y. & Barrios S. Web scraping versus Twitter API: a comparison for a credibility analysis. *Proceedings of the 22nd*

9. Dongo I., Cardinale Y., Aguilera A., Martínez F., Quintero Y., Robayo G. & Cabeza D. A qualitative and quantitative comparison between Web scraping and API methods for Twitter credibility analysis. *International Journal of Web Information Systems*. 2021. 17 (6). P. 580–06. DOI: <https://doi.org/10.1108/IJWIS-03-2021-003>

Oksana KUKH, Arkadiy KUKH

Kamianets-Podilskyi Ivan Ohienko National University

WEB SCRAPING AND OPEN DATA SERVICES IN SCIENTIFIC RESEARCH

Abstract. The article discusses web scraping technology as an effective method of automated collection and processing of data from the Internet for scientific research. The authors describe in detail the mechanism of scraping, which is based on the interaction of search bots (crawlers) that find the necessary resources, and the scrapers themselves – programs that extract, structure, and store information (texts, images, tables) in convenient formats, such as CSV. Various instrumental approaches to implementing this process are considered: from writing code in Python (BeautifulSoup, Scrap y libraries) and R to using no-code solutions (Octoparse) and built-in functions of spreadsheet editors. In particular, a practical example of using the IMPORTHTML function in Google Spreadsheets to import tables from websites is provided.

Significant attention is paid to open information sources. An overview of leading platforms and data repositories such as Kaggle, Google Dataset Search, UCI Machine Learning Repository, Data.gov, World Bank Open Data, and OpenStreetMap is provided. The algorithm for working with the Kaggle platform is described: from searching for specific datasets (using educational statistics as an example) to downloading and preprocessing them for fur-

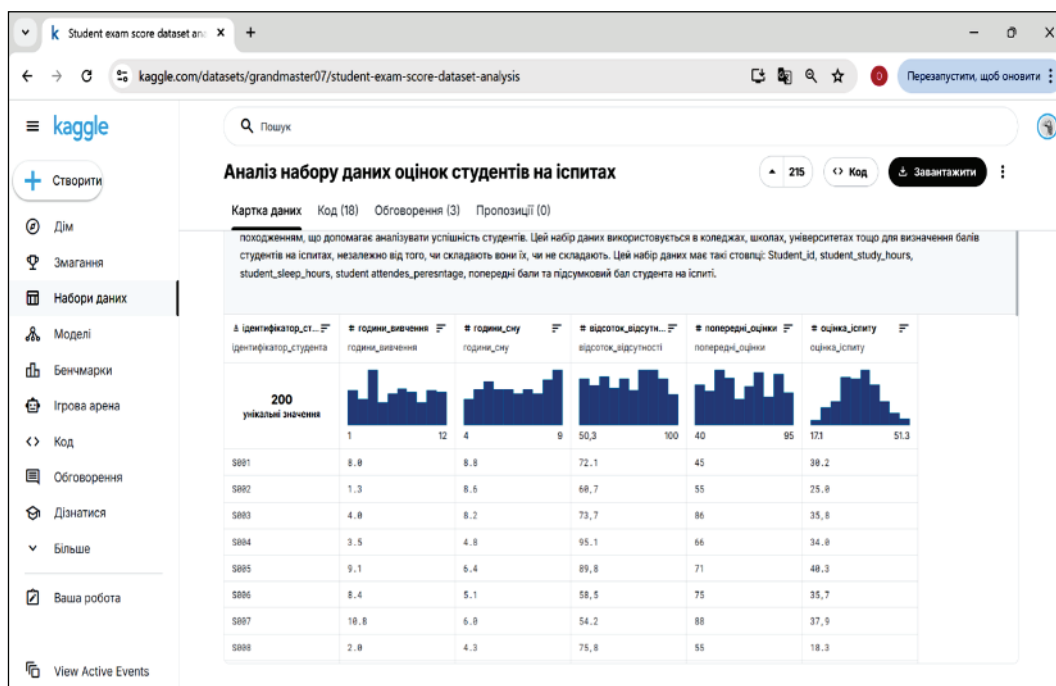


Рис. 7. Завантаження даних в таблицю

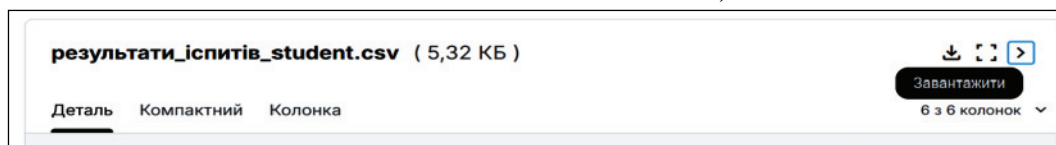


Рис. 8. Передача даних архівом

ther analysis. The ethical and legal aspects of web scraping are highlighted separately. The authors caution about the need to comply with website usage rules (robots.txt), copyright, and principles of scientific integrity.

The conclusion is made that mastery of web scraping tools and skills in working with open data are critical for quickly obtaining relevant information, identifying global trends, and making informed decisions in today's digital world.

Key words: Web scraping, open data, automated data collection, data analysis, scientific research, scraping tools.

References:

1. Shcho take veb-skrepinh ta kilka efektyvnykh sposobiv yoho vykonannya. URL: <https://alexhost.com/uk/bez-rubriki-uk/what-is-web-scraping-and-several-effective-ways-to-do-it/>
2. Holovna prychna pochaty veb-skrapinh i dosiahty svoikh marketynhovnykh tsilei. URL: <https://prem.io/uk/blog/web-scraping/>
3. Dzendzia A.A., Levus Ye.V., Vovk A.S. Analiz efektyvnogo zastosuvannya metodiv avtomatyzovanoho zbyrannia danykh z vebcaitiv. URL: <https://nv.nltu.edu.ua/index.php/journal/article/view/2677/2684>
4. Arhandi P.P., Mashudi I.A. & Nugroho F.A. Automated Website Monitoring System Using Web Scraping and Raspberry Pi. *Telematika: Jurnal Informatika dan Teknologi Informasi*. 2021. 18 (2). P. 222–230. DOI: <https://doi.org/10.31315/telematika.v18i2.5506>
5. Bale A.S., Ghorpade N., Rohith S., Kamalesh S., Rohith R. & Rohan B.S. Web scraping approaches and their performance on modern websites. *3rd International Conference on Electronics and Sustainable Communication Systems (ICESC)*. 2022. P. 956–959. DOI: <https://doi.org/10.1109/ICESC54411.2022.9885689>
6. Bricongne J., Meunier B. & Pouget S. Web-scraping housing prices in real-time: The Covid-19 crisis in the UK. *Journal of Housing Economics*. 2022. 59. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jhe.2022.101906>
7. Dewi L.C., Meiliana N. & Chandra A. Social Media Web Scraping using Social Media Developers API and Regex. *Procedia Computer Science*. 2019. 157. P. 444–449. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2019.08.237>
8. Dongo I., Cardinale Y., Aguilera A., Martinez F., Quintero Y. & Barrios S. Web scraping versus Twitter API: a comparison for a credibility analysis. *Proceedings of the 22nd International conference on information integration and web-based applications & services*. 2020. P. 263–273. DOI: <https://doi.org/10.1145/3428757.3429104>
9. Dongo I., Cardinale Y., Aguilera A., Martinez F., Quintero Y., Robayo G. & Cabeza D. A qualitative and quantitative comparison between Web scraping and API methods for Twitter credibility analysis. *International Journal of Web Information Systems*. 2021. 17 (6). P. 580–06. DOI: <https://doi.org/10.1108/IJWIS-03-2021-003>

Отримано: 17.10.2025

УДК 376+612.7

DOI: 10.32626/2307-4507.2025-31.228-232

Наталія ЛЯКОЗА¹, Жанна БІЛИК²

¹Національний центр Мала академія наук України

e-mail: ¹26-04@i.ua, ²zhanna_bio@ukr.net;

ORCID: ¹0000-0002-8741-5967, ²0000-0002-2092-5241

ОРГАНІЗАЦІЯ НАВЧАННЯ ПІД ЧАС ВИВЧЕННЯ ТЕМИ: «ОПОРНО-РУХОВИЙ АПАРАТ» 8 КЛАС НУШ У КОНТЕКСТІ ДОПРОФІЛЬНОЇ ПРИРОДНИЧОЇ ОСВІТИ

Анотація. Основними завданням Нової української школи стало створення компетентісного змісту освіти, який базується на дитиноцентризмі. На нашу думку, дитиноцентризм можна та необхідно реалізовувати через зміст освіти. У віці 12-13 років дітей особливо цікавить вивчення власного тіла, саме тому, відповідно до сучасних модельних програм, анатомія вивчається у 8 класі. Дана стаття містить методичну розробку викладання Темі 3: «Опорно-руховий апарат» у 8 класі НУШ, відповідно до програми «Біологія. 7–9 класи» для закладів загальної середньої освіти (авт. Балан П. Г., Кулініч О. М., Юрченко Л. П.). Ми пропонуємо розглядати цю тему відповідно до блочно-модульної організації навчання за такими блоками: інформаційний блок, блок інтеграції, блок контролю та перевірки знань. У роботі подано тести для перевірки досягнень учнів за групами результатів навчання.

Ключові слова: НУШ, опорно-руховий апарат, блочно-модульна організація навчання.

Вступ. Нова Українська Школа стала однією з найбільш обговорювальних та доленосних реформ у нашій державі останніх десятиліть, реформі, яка здійснювалася під час пандемії COVID-19 та повномасштабного вторгнення, і яка продовжується втілюватися у життя.

Формула Нової Української Школи передбачає наскрізний процес навчання і виховання, що базується на цінностях, реальній автономії шкіл, забезпеченні якості освіти, справедливому фінансуванні, рівному доступу, сучасному освітньому середовищі, інклюзивній освіті, вмотивованості і кваліфікованості вчителя, компетентісному змісту освіти, педагогіці партнерства та дитиноцентризму [8].

При цьому дитиноцентризм та педагогіка партнерства в українській педагогіці має тривалу історію розвитку, так педагогіка В. Сухомлинського передбачала дити-

ноцентризм, школу радості, позитивні емоції; ефективні педагогічні методики та підходи, доброзичливість, усвідомлення світу дитинства, гумор, захоплення, ці засади в педагогіці НУШ трансформуються в педагогіку партнерства, що ґрунтується на співпраці та взаємодії учасників освітнього процесу – учня, учителя і батьків; особливу увагу надається професійному розвитку вчителя; мотивації дитини до навчання; формуванню відчуття радості пізнання; дружньому освітньому середовищі [5].

На нашу думку, принцип дитиноцентризму, необхідно реалізувати через зміст освіти. Відповідно до модельних навчальних програм [3, 4] біологія людини вивчається у 8 класів, в цей період учням по 12-13 років. Саме цей період характеризується глибокою зацікавленістю дитини щодо будови та функціонування власного тіла [9].

Матеріали та методи дослідження: аналіз і синтез, абстрагування, спостереження.

Результати дослідження та їх обговорення. Відповідно до модельної навчальної програми [3] у 8 класі Тема 3: «Опорно-руховий апарат» включає такі підтеми: Будова та функції опорно-рухового апарату. Типи кісток, їхня будова та хімічний склад. Хрящі. Типи з'єднання кісток. Будова скелета та його функції. Будова та функції скелетних м'язів. Класифікація скелетних м'язів. Основні групи скелетних м'язів. Робота м'язів: динамічна та статична. Механізм скорочення та розслаблення скелетних м'язів. Втома м'язів та її причини. Надання першої допомоги в разі ушкоджень опорно-рухового апарату. Профілактика порушень формування та функціонування опорно-рухового апарату.

Ми пропонуємо цю тему вивчати у форматі блочно-модульної організації навчання за таким планом:

- 1 урок – Значення опорно-рухової системи, загальний огляд людського скелета та його характеристики.
- 2 урок – Склад, будова і властивості кісток.
- 3 урок – Перша допомога при травмах та переломах кісток.
- 4 урок – Будова м'язів та їхні функції.
- 5 урок – Функціонування м'язів. Явище втоми.
- 6 урок – Урок-конференція «Фізкультура і людина».
- 7 урок – Урок-контрольна.
- 8 урок – Узагальнення матеріалу теми.

Таким чином, тему «Опорно-руховий апарат» нами було подано наступними блоками: інформаційний блок, блок інтеграції, блок контролю та перевірки знань. Така структура дозволяє пов'язувати між собою абстрактні, конкретні і спеціальні поняття. На першому уроці необхідно широко використовувати різноманітний наочний матеріал – моделі, таблиці, схеми, 3D зображення, оскільки саме на цьому уроці в учнів має сформуватися уявлення про весь матеріал теми. На ньому необхідно не лише розкрити значення наукового поняття – «опорно-руховий апарат», але і розкрити внутрішній зв'язок між поняттями цієї теми: залежність будови кісток та м'язів від функцій, які вони виконують; будову та функції суглобів, особливості будови скелету у зв'язку з прямоходінням, тощо. Використання життєвого досвіду учнів дозволяє встановити мотиваційно-психологічний зв'язок між поняттями та їх характеристиками, що забезпечує цілісне сприйняття теми.

При вивченні теми «Опорно-руховий апарат» основними структурними поняттями є клітина, тканина, орган, біологічна система. Основною науковою теорією, яка об'єднує та пов'язує ці наукові поняття є клітинна теорія. До фізіологічних понять, які опановуються в цій темі є обмін речовин та енергії, робота м'язів, зміст яких розкриває теорію про функціональні системи.

Перше визначення, яке мають опанувати учні, це поняття «скелет» і трактується воно так: «Скелет – каркас, який захищає внутрішні органи тварин». Постає дискусійне питання: «Чи можлива рухливість людини без скелета?» Вирішення проблеми відбувається за таким планом:

1. Значення скелета в житті людини.
2. Особливості будови опорно-рухової системи людини: а) складові системи; б) типи з'єднання кісток; в) функції опорно-рухового апарату; г) основні функції

опорно-рухової системи; г) відмінності між скелетом людини і скелетом мавпи в контексті прямоходіння.

3. Значення опорно-рухової системи людини.

Учні з найвищими навчальними досягненнями, члени Малої академії наук, біологічних гуртків виконують роль асистентів учителя, готують виступи про еволюцію скелетів тварин: від найпростіших до хордових, розповідають про наукові дослідження відомих учених – Андреаса Везалія, Олександра Ковалевського, Миколи Пирогова. У доповідях бажано наголосити на історичному підході до розвитку методів дослідження опорно-рухової системи, зокрема на так званій «льодовій хірургії» М. Пирогова.

Основним завданням учителя на першому уроці є підготувати учнів до розуміння такого абстрактного поняття як «біологічна система» і зв'язати його із спеціальними поняттями теми: «скелет», «відділи скелету», «м'язи», «основні групи м'язів». На закріплення матеріалу пропонується використання німих схем. Узагальнення матеріалу бажано проводити у вигляді бесіди, яке розкриває наукове поняття «скелет» як складова опорно-рухового апарату.

Наприкінці уроку пропонується учням сформулювати відповідь на проблемне питання, пов'язане із захисною функцією скелета. Виробляється гіпотеза про те, що функції скелета залежать від його будови і складу. Розв'язок пропонується до опрацювання на наступному занятті. Наприкінці уроку дається домашнє завдання, а останні 5 хвилин відводяться на цікаві повідомлення учнів про незвичайні властивості опорно-рухової системи у людини і тварин.

Тема другого уроку звучить як «Склад, будова і властивості кісток». Відповідно до нашої класифікації – це урок поглиблення знань, умінь і навичок. Під час цього уроку доцільно застосовувати дослідницьку діяльність: учні вивчають будову кісткової та хрящової тканини під мікроскопом, а також їх ріст, розподіл на групи. Для вивчення хімічного складу кістки можна запропонувати дослідження натуральної, декальцинованої та прожареної кістки, наприклад курячої. Основним завданням для учня (учениці) на цьому уроці є довести, що будова та склад кісток відповідає функціям, які вони виконують.

Інструкції для самостійної роботи з поняттям «кістка» включають: виписування нових термінів у біологічний словник, спостереження за мікропрепаратами кісткової та хрящової тканини під мікроскопом, пропозиції щодо експериментів, які допоможуть виявити особливості росту кісток. Свої спостереження учень має занести в таблицю з колонками: «Що розглядали», «Що спостерігали», «Висновки».

На другому уроці учні залучені до роботи дослідницького характеру, що підвищує мотивацію до навчання та сприяє виробленню дослідницьких навичок [2].

Третій урок теми присвячено наданню першої допомоги в разі ушкоджень опорно-рухового апарату та профілактиці хвороб та порушень опорно-рухового апарату. Ми пропонуємо проводити це заняття у парній формі організації із застосуванням практичних методик, коли учні навчаються надавати один одному першу домедичну допомогу. Парна форма організації навчання дозволяє учням обмінюватися думками, що сприяє розвитку дивергентного мислення [7]. Учні отримують ситуаційні задачі, наприклад: «Дитина упала на ковзанці та пошкодила руку. Є набряк. Як

правильно надати домедичну допомогу у цьому випадку? Відповідь обґрунтуйте». Кожна пара працює над розв'язанням подібних задач. Цей урок потребує додаткового обладнання: бинти, шини. Паралельно з отриманням практичних навичок через діяльнісний підхід відбувається поглиблення понять «біологічна система», «функціональна система». Також цей урок можна проводити у вигляді рольової гри «Епізод з роботи лікаря-травматолога». Уже під час вивчення теми «Опорно-руховий апарат» можна починати демонструвати практичні навички, спрямовані на зупинку кровотеч, далі ці навички будуть поглиблюватися при вивченні теми «Кровоносна система».

На четвертому уроці вивчення цієї теми ми вважаємо за доцільне провести внутрішньопредметне узагальнення, тобто не просто ознайомити учнів з будовою м'язів та їх функціями, а пов'язати з будовою кісток, щоб потім знову повернутися до поняття «опорно-рухова система» та «біологічна система». Урок можна почати цікавим кінофрагментом, який відображає біг коня, політ птаха, ходу верблюда. Частина учнів вже могла ознайомитися з різними способами пересування тварин, оскільки пропедевтика цих знань здійснювалася в 5 класі при вивченні предмету Природничі науки [6]. На цьому уроці особливо важливо застосовувати проблемну ситуацію. Для цього варто навести факти, що опорно-руховий апарат людини складається близько з 600 м'язів і 200 кісток, які підтримують складні рухи і забезпечують вертикальне положення тіла. Людина може підняти вагу, яка в три рази більша за вагу її власного тіла, здійснювати дуже складні рухи, варто згадати спортивну гімнастику чи катання на ковзанах, а гепарди можуть мати швидкість до 112 км/год і при цьому всі м'язи, кістки працюють злагоджено. Саме так створюється проблемна ситуація: які особливості будови м'язів дозволяють підтримувати тіло у вертикальному положенні, та ще й виконувати надскладні, а іноді і потужні рухи. Враховуючи важливість застосування дослідницької компетентності, варто провести з учнями самодослідження роботи м'язів, наприклад руки. Необхідно також демонструвати учням анатомічні моделі-малюнки. Учні під керівництвом вчителя здобувають знання про будову м'язів, їх розташування. А результати дослідження м'язової тканини під мікроскопом учні занотують в таблицю 1. (див. табл. 1). У разі відсутності готових мікропрепаратів м'язової тканини пропонуємо використати методику їх приготування, яка описана у праці [10].

Таблиця 1

Типи м'язової тканини

№	Ознаки	Непосмугована	Посмугована на серцева	Посмугована скелетна
1.	Посмугованість			
2.	Кількість ядер			
3.	Які органи утворюють			
4.	Особливості скорочення			
5.	Чи є структури, які з'єднують м'язові волокна			

Основні групи м'язів ми вивчаємо у вигляді евристичної бесіди, при використанні анатомічних таблиць та моделей. Учні мають дійти до висновку, що у люди-

ни є три типи м'язової тканини, які мають різну будову та по-різному скорочуються. Таким чином, за допомогою аналітико-синтетичної діяльності відбувається конкретизація та закріплення емпіричних понять.

Регуляцію м'язових рухів рекомендується пояснювати на прикладі демонстрації колінного рефлексу, показуючи, що рухи виникають як реакції на подразнення рецепторів із залученням нервової системи. Таким чином, виявляється взаємозв'язок опорно-рухової та нервової систем.

Для закріплення отриманих знань учням пропонується заповнити наступну таблицю, див. таблиця 2.

Таблиця 2

М'язи тіла людини

Частина тіла	Назва м'язів	Тип м'язової тканини	Функції м'яза	Спільні ознаки м'язів	Відмінності м'язів

Необхідно, щоб учні зрозуміли, що видовжена форма м'язів зумовлена функцією скорочення, а характер руху м'язів залежить від їх форми та місця прикріплення. Доречно показати анатомічні схеми розвитку м'язів і скелета спортсменів і людини, яка не займається спортом.

Важливо, щоб учні зрозуміли виняткову роль нервової системи у регуляції та координації рухів, це необхідно зробити на прикладі демонстрації та дослідження колінного рефлексу.

Підбиття підсумків виконується за допомогою біологічного диктанта, під час якого учні не тільки записують термін, а й пояснюють його значення, розкривають зміст та взаємозв'язки з іншими поняттями. Розрізнена робота з термінологією не дає стійких результатів, але систематичне і різноманітне застосування методик роботи з термінами сприяє більш глибокому засвоєнню матеріалу і ми погоджуємося з цією думкою. Домашнє завдання до цього уроку теж сприяє формуванню дослідницької компетентності, а саме: дослідити збільшення об'єму м'язів при щоденному виконанні фізичних вправ.

П'ятий урок теми теж спрямований на формування дослідницької компетентності і стосується вивчення роботи м'язів. Основними науковими поняттями цього уроку є «робота м'язів» та «механічна робота». Цей урок потребує розуміння поняття «робота», яке учні повинні пам'ятати з фізики. Урок починається з постановки навчальної проблеми: що необхідно для продуктивної фізичної роботи? Для проведення дослідження троє учнів виходять до дошки і тримають у руці вантаж однакової маси. Один учень присідає на рахунок 1, 2, 3; другий – на рахунок 1, 3, 5; третій – на рахунок 1, 4, 7. Темп рахунку поступово зростає, але втомлені учні зупиняються. Клас спостерігає за учнями і відповідає на запитання: «Кому було важче? Чи впливає ритм на роботу м'язів?». Учні можуть запропонувати розв'язання задач. Наприклад, дві дівчинки несуть продукти з магазину однакової ваги. Одна розділила вантаж рівномірно в дві руки, а інша – всі продукти разом, але по черзі, то лівою, то правою рукою. Яка дівчинка має вищу продуктивність?

Цей урок є інтегрований, він потребує знань не лише з біології, а й з фізики, хімії, використання міжпредметних зв'язків природничих дисциплін. Включення нових фактів і зв'язків розвиває в учнів уміння концептуального мислення. На занятті важливо встановити зв'язок між структурними і фізіологічними науковими поняттями, залучити відоме учням поняття фізіологічної групи «обмін речовин і енергії». Проблемне завдання сприяє розвитку у школярів творчих якостей: здатності до аналізу, синтезу і креативного мислення.

Після завершення теми «Опорно-руховий апарат» організовується урок-конференція «Фізкультура і людина», який слугує міжпредметним узагальненням і систематизацією знань. Учні готують доповіді, шукають додаткову інформацію в бібліотеці, медичних закладах. Вчитель рекомендує користуватися правилами безпеки навчального процесу. Учасники конференції виступають у різних ролях – «учнів-науковців», що говорять про фізіологічні дослідження, «англійських лікарів», які ставлять запитання англійською, та «лікарів швидкої допомоги», котрі демонструють прийоми надання першої допомоги при травмах кісток.

Закінчити цей урок можна листом М.М. Амосова про «систему обмежень і навантажень»: «У більшості хвороб винні не природа, не суспільство, а сама людина. Частіше за все вона хворіє від лінощів і жадібності, але інколи і від нерозумності. Не сподівайтесь на медицину. Щоб стати здоровим, потрібні зусилля, постійні і значні. Замінити їх не можна нічим. Для здоров'я необхідно чотири умови: фізичне навантаження, обмеження в їжі, загартування, час і вміння відпочивати. Природа милостива: достатньо 20-30 хвилин фізкультури в день, але щоденно» [1].

Використання нестандартних уроків, зокрема урок-конференція, сприяє вирішенню таких проблем:

- підвищення мотивації;
- спробувати себе у певній професійній діяльності;
- розвиток особистісних якостей учня;
- формування 10 компетентності (здорове життя).

Сьомий, восьмий урок – це урок контрольна робота та урок- тематичне оцінювання. Контрольну роботу плануємо проводити по варіантах, письмово. Вона містить різнорівневі завдання: тести, відкриті запитання, які розкривають розуміння наукових понять, взаємозв'язки між поняттями, використання понять у ситуаційних задачах, а також запитання проблемного характеру. Приклад такої контрольної роботи подано нижче.

1. Укажіть тип кісток скелету людини:

- А довгі рухомі;
- Б трубчасті довгі;
- В губчасті змішані;
- Г плоскі нерухомі.

2. Визначте, яких мінеральних речовин найбільше у кістках:

- А алюмінію і заліза;
- Б кальцію і фосфору;
- В магнію і кальцію;
- Г фосфору і заліза.

3. Трубчасті кістки – це:

- А ребра;
- Б хребці;

- В стегно;
- Г лопатки.

4. Укажіть єдину рухому кістку черепа:

- А вилична;
- Б носова;
- В верхньощелепна;
- Г нижньощелепна.

5. Хрящі живляться за рахунок:

- А хондроцитів;
- Б окістя;
- В кровоносних судин;
- Г кровоносних судин.

6. Визначте залозу, яка регулює ріст людини:

- А щитоподібна залоза;
- Б гіпофіз;
- В епіфіз;
- Г наднирники.

7. Посмугована м'язова тканина:

- А розташована в усіх внутрішніх органах;
- Б вистилає носову порожнину;
- В утворює скелетні м'язи;
- Г утворює стінки кровоносних судин.

8. Скелетні м'язи:

- А здійснюють мимовільні рухи;
- Б скорочуються всі разом;
- В здійснюють довільні рухи;
- Г одночасно розслаблюються.

Тести 1-8 відповідають ГРЗ, за кожний тест – 1 бал, тест 6 – 2 бали.

Тест 9 – на відповідність, оцінюється – 2 бали.

9. Укажіть відповідність між системою органів та органом, що входить до його складу:

Система органів	Орган
А травна	1 гортань
Б дихальна	2 шлунок
В нервова	3 м'яз
Г опорно-рухова	4 спинний мозок
	5 нирка

Завершальний урок теми направлений на закріплення знань учнів, відновлення певних освітніх втрат. Ми пропонуємо далі проводити роботу з термінами у формі біологічного диктанту, ребусів, кросвордів. Також корисним є фронтальне опитування, оскільки сприяє виправленню помилок. Учні, які мають високий рівень навчальних досягнень не відповідають на запитання тематичного заліку, проте виконують додаткові завдання.

Висновки. На нашу думку, розроблений нами блок уроків, сприяє розвитку таких ключових компетентностей нової української школи: основні компетентності у природничих науках і технологіях (вище зазначена розробка сприяє умінню застосовувати науковий метод, спостерігати, аналізувати, формулювати гіпотези, збирати дані, проводити експерименти та аналізувати їх результати); уміння вчитися впродовж життя (здатність до пошуку та засвоєння нових знань, набуття нових вмінь і навичок); екологічна грамотність і здорове життя (здатність і бажання дотримуватися здорового способу життя) [8].

Список використаних джерел:

1. Амосов М.М. Роздуми про здоров'я. Київ: Здоров'я, 1990. 166 с.
 2. Балашова С.П. Формування дослідницьких умінь у студентів педагогічного коледжу в процесі вивчення природознавчих дисциплін: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.04. Київ, 2000. 187 с.
 3. Біологія: 7–9 класи для закладів загальної середньої освіти: модельна навчальна програма / авт. Балан П.Г., Кулініч О.М., Юрченко Л.П., 2023.
 4. Біологія: 7–9 класи для закладів загальної середньої освіти: модельна навчальна програма / авт. Соболь В.І., 2023.
 5. Гриневич Л. Концептуальні ідеї реформи «Нова українська школа» у світлі української педагогічної думки. *Український педагогічний журнал*. № 4. С. 98–111.
 6. Засєкіна Т.М. «Природничі науки» – новий навчальний предмет у школі. *Чернігівські методичні читання з фізики та астрономії 2019*: матеріали всеукраїнської науково-практичної конференції (м. Чернігів, 19–20 червня 2019 року). Чернігів: Десна Поліграф, 2019. С. 52–54.
 7. Коробова І.В. Розвиток дивергентного мислення учнів основної школи у навчанні фізики: автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02. Київ, 2000. 20 с.
 8. Нова українська школа: концептуальні засади реформування середньої школи. 2016.
 9. Токарева Н.М., Шамне А.В., Макаренко Н.М.. Сучасний підліток у системі психологопедагогічного супроводу: монографія. Кривий Ріг, 2014. 312 с.
 10. Будова м'яза. Модель м'яза та виготовлення пневмом'яза. Частина І. URL: <https://surl.lu/faximv> (дата звернення: 12.01.2025).
- model programs, anatomy is studied in the 8th grade. This article contains a methodological development of teaching Topic 3: "Musculoskeletal System" in the 8th grade of the National Secondary School, according to the program "Biology. Grades 7–9" for secondary education institutions (authors: Balan P.G., Kulinich O.M., Yurchenko L.P.). We propose to consider this topic in accordance with the block-modular organization of learning in the following blocks: information block, integration block, control and verification block of knowledge. The work presents tests for checking students' achievements by groups of learning outcomes.
- Key words:** National Secondary School, musculoskeletal system, block-modular organization of learning.

References:

1. Amosov M.M. Rozdumy pro zdorovia. Kyiv: Zdorovia, 1990. 166 s.
2. Balashova S.P. Formuvannia doslidnytskykh umin u studentiv pedahohichnoho koledzhu v protsesi vyvchennia pryrodnavchychkh dystsyplin: dys. ... kand. ped. nauk: 13.00.04. Kyiv, 2000. 187 s.
3. Biolohiia: 7–9 klasy dla zakladiv zahalnoi serednoi osvity: modelna navchalna prohrama / avt. Balan P.H., Kulinich O.M., Yurchenko L.P., 2023.
4. Biolohiia: 7–9 klasy dla zakladiv zahalnoi serednoi osvity: modelna navchalna prohrama / avt. Sobol V.I., 2023.
5. Hrynevych L. Kontseptualni idey reformy «Nova ukrainska shkola» u svitli ukrainskoi pedahohichnoi dumky. *Ukrainskyi pedahohichnyi zhurnal*. № 4. S. 98–111.
6. Zasiiekina T.M. «Pryrodnychi nauky» – novyi navchalnyi predmet u shkoli. *Chernihivski metodychni chytannia z fizyky ta astronomii 2019*: materialy vseukrainskoi naukovo-praktychnoi konferentsii (m. Chernihiv, 19–20 chervnia 2019 roku). Chernihiv: Desna Polihraf, 2019. S. 52–54.
7. Korobova I.V. Rozvytok dyverhentnoho myslennia uchniv osnovnoi shkoly u navchanni fizyky: avtoref. dys. ... kand. ped. nauk: 13.00.02. Kyiv, 2000. 20 s.
8. Nova ukrainska shkola: kontseptualni zasady reformuvannia serednoi shkoly. 2016.
9. Tokareva N.M., Shamne A.V., Makarenko N.M.. Suchasnyi pidlitok u systemi psykhohopedahohichnoho suprovodu: monohrafiia. Kryvyi Rih, 2014. 312 s.
10. Budova miazha. Model miazha ta vyhotovlennia pnevmomiazha. Chastyna I. URL: <https://surl.lu/faximv>

Отримано: 24.09.2025

Nataliya LAKOZA, Zhanna BILYK

National Center Minor Academy of Sciences of Ukraine

**ORGANIZATION OF TRAINING DURING
THE STUDY OF THE TOPIC: "MUSCULUBRIC
SYSTEM" 8TH GRADE OF NUSH IN THE CONTEXT
OF PRE-PROFILE NATURAL EDUCATION**

Abstract. The main task of the New Ukrainian School was to create a competency-based content of education, which is based on child-centeredness. In our opinion, child-centeredness can and should be implemented through the content of education. At the age of 12-13, children are especially interested in studying their own body, which is why, according to modern

Андрій МАКСИМЧУК

Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка

e-mail: ondf25.maksymchuk@kpmu.edu.ua; ORCID: 0009-0003-3442-6464

ВІД ТРАДИЦІЙНОГО РОЗУМОВОГО ВИХОВАННЯ ДО ЦИФРОВОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ ПЕДАГОГА: ІСТОРИКО-ПЕДАГОГІЧНИЙ АНАЛІЗ І СУЧАСНІ ОСВІТНІ ПРАКТИКИ В УМОВАХ НУШ

Анотація. У статті розкрито трансформацію педагогічної підготовки від традиційного розумового виховання до формування цифрової компетентності педагога в умовах НУШ. Проведено історико-педагогічний аналіз розвитку інтелектуальних і професійних компетентностей викладача наприкінці ХХ – на початку ХХІ століття та визначено основні напрями педагогічної модернізації. Досліджено роль цифрових технологій та штучного інтелекту в освіті, а також інноваційних освітніх практик у розвитку критичного та цифрового мислення майбутніх педагогів. Акцентовано увагу на формуванні професійної готовності викладачів до ефективного впровадження інтерактивних та цифрових методів навчання, стимулювання інтелектуального розвитку студентів і підвищення їхньої креативності. Аналіз робіт українських науковців дозволив окреслити практичні шляхи інтеграції традиційних методів розумового виховання з цифровими компетентностями. Отримані результати підкреслюють необхідність поєднання історичних педагогічних традицій і сучасних технологій для підготовки компетентного, гнучкого, творчого та інноваційно мислячого педагога, здатного діяти ефективно в умовах НУШ та цифрового освітнього середовища.

Ключові слова: розумове виховання; цифрова компетентність; педагог НУШ; інтелектуальний розвиток; історико-педагогічний аналіз; професійна підготовка вчителя; критичне мислення; інноваційні освітні практики; педагогічна модернізація.

Постановка проблеми. Сучасні трансформації освітньої системи України, зумовлені реформою Нової української школи (НУШ) та активним впровадженням цифрових технологій, висувають нові вимоги до професійної підготовки педагогічного профілю. У минулому розумове виховання базувалося на розвитку критичного мислення, логіки, інтелектуальної самостійності та пізнавальної активності учнів. Сьогодні ці завдання трансформуються у потребу формування цифрової компетентності, здатності працювати зі штучним інтелектом, здійснювати інформаційну обробку та приймати рішення в умовах високо-технологічного освітнього середовища.

Вивчення історико-педагогічних засад розумового виховання наприкінці ХХ – на початку ХХІ століття та порівняння їх із сучасними практиками підготовки вчителів дозволяє визначити спадкоємність освітніх цінностей і адаптувати ефективні традиційні підходи до вимог цифрової доби. Це робить тему дослідження актуальною в контексті формування компетентного, інноваційно орієнтованого педагога НУШ.

Мета дослідження – здійснити історико-педагогічний аналіз розвитку ідей розумового виховання наприкінці ХХ – початку ХХІ століття та обґрунтувати їх взаємозв'язок із сучасними підходами до формування цифрової компетентності педагога в умовах НУШ.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. На межі кінця ХХ – початку ХХІ століття вітчизняна наукова думка переживає трансформацію концепції розумового виховання, що зумовлено переходом від знаннєцентричної до компетентнісно-діяльнісної парадигми. У цей період актуалізуються питання розвитку критичного мислення, інтелектуальної автономії, здатності до рефлексії та адаптивності педагога в умовах освітніх реформ. Дослідники цього етапу В. Кремень [9], [10], О. Савченко [24], І. Бех [1], [2], О. Пометун, Л. Пироженко [22], В. Яліїна [28], С. Цимбал-Слатвінська [27], О. Вишневецький [4] та ін. розглядають розвиток критичного мислення, інтелектуальної автономії, креативності та здатності до саморегуляції як основу педагогічної успішності.

Проблему формування цифрової компетентності, використання інформаційних технологій в освітньому процесі досліджувало багато українських науковців, серед них М. Жалдак [6], Н. Морзе [13], О. Спірін [25] та інші. М. Жалдак вивчав проблему активного впровадження інформаційних технологій в освітній процес [6]. С. Петренко розглядав проблему формування інформаційно-цифрових технологій майбутніх учителів [21]. Н. Морзе [13] здійснила опис вимог до структури та рівнів цифрової компетентності, необхідних для успішного здійснення професійної діяльності педагогічними працівниками.

У науковому дискурсі кінця 1990-х – початку 2010-х років увага була зосереджена на таких проблемах, як: трансформація розумового виховання під впливом демократизації та гуманізації освіти; перехід до особистісно орієнтованого та компетентнісного підходів; пошук ефективних методів розвитку мислення в умовах реформ, інтеграції ІКТ та впровадження концепції НУШ.

О. Савченко [24] проаналізувала зміни у змісті освітнього процесу та підкреслила важливість активізації пізнавальної діяльності здобувачів, необхідність розвитку їхнього мислення через проблемно-пошукові методи навчання. Вона зауважує, що педагог повинен не лише передавати знання, а й стимулювати інтелектуальну ініціативу, що відповідає сучасним вимогам НУШ.

Суттєвий внесок у розуміння розвитку інтелектуальної сфери зробив І. Бех, який у концепції особистісно орієнтованого підходу до виховання особистості [1], [2] акцентує увагу на формуванні здатності до саморегуляції, морально-усвідомленого та інтелектуального зростання як основи професійної зрілості майбутнього вчителя. Науковець вважає, що інтелектуальний розвиток є важливою умовою формування професійної ідентичності педагога.

О. Пометун, Л. Пироженко [22], досліджуючи впровадження інтерактивних технологій та методів критичного мислення, підкреслюючи значення діяльнісного підходу в розвитку здобувачів освіти, акцентують

увагу на формуванні критичного мислення через діяльнісний підхід. Вони наголошують, що зміна форм і методів навчання повинна сприяти розвитку умінь аргументувати, аналізувати, переоцінювати інформацію.

Принципи компетентнісного підходу чітко окреслено у Концепції Нової української школи. Розумове виховання є фундаментом підготовки вчителя, здатного до саморозвитку та впровадження інновацій [14].

У дослідженнях В. Ялліної [28] простежується історико-методологічне переосмислення розумового виховання на межі реформ, тобто здійснюється історико-методологічний аналіз педагогічних ідей кінця XX – початку XXI ст., зокрема трансформації розумового виховання під впливом цифровізації та інтеграції ІКТ в освітній процес.

С. Цимбал-Слатвінська впродовж 2010–2015 рр. також звертає увагу на переосмислення виховання інтелекту в контексті реформованої української школи [27].

Таким чином, сучасні дослідники розглядають розумове виховання як основу розвитку критичного, творчого та цифрового мислення педагога. Вони підкреслюють, що професійна успішність сучасного вчителя значною мірою залежить від здатності організовувати інтелектуально активне освітнє середовище, використовувати інноваційні підходи та забезпечувати формування компетентностей здобувачів освіти в умовах освітніх змін.

У кінці XX – на початку XXI століття ідея розумового виховання трансформувалася в концепцію розвитку критичного, рефлексивного та цифрового мислення педагога. Українські дослідники (О. Савченко, І. Бех, О. Пометун, В. Ялліна та ін.) наголошували на необхідності переходу від інформаційної до компетентнісної моделі освіти, де професійна успішність викладача визначається не лише обсягом знань, а здатністю стимулювати інтелектуальну активність, самостійність та творчість здобувачів освіти.

Виклад основного матеріалу та обґрунтування отриманих результатів. «Кінець XX ст. – початок XXI ст. відзначається глобалізацією суспільного розвитку, впровадженням новітніх технологій навчання та виховання для підготовки «нової генерації науковців, здатних позитивно впливати на суспільний розвиток, збереження національної культури» [5, с. 4].

Проблема формування педагогічної компетентності та цифрової грамотності викладача залишається актуальною в умовах реформування освіти та впровадження Нової української школи (НУШ). Дослідження І. Зязюна свідчать, що традиційне розумове виховання забезпечувало глибину теоретичної підготовки, проте не завжди сприяло розвитку креативності та оперативного мислення [20]. О. Савченко наголошував на необхідності інтеграції гнучких методів навчання та інноваційних технологій для забезпечення адаптивності педагогів до швидких змін освітнього середовища [24]. «Цифрова компетентність передбачає впевнене та критичне використання цифрових технологій у професійній діяльності [15].

Друга половина XX – на початку XXI століття характеризується тим, що дослідники зосередилися на поєднанні традиційних методів розумового виховання з новітніми технологіями. І. Кучинська розглядала інноваційну діяльність педагога як процес, що поєднує методичні знання, педагогічну майстерність і здат-

ність застосовувати інтерактивні та цифрові інструменти в навчанні [11], [12].

З історико-педагогічної перспективи традиційне розумове виховання формувало базові когнітивні навички, систематичність мислення та дисциплінованість учнів. Проте сучасні вимоги НУШ потребують від педагога нових компетентностей: здатності застосовувати цифрові технології, адаптувати зміст навчання під індивідуальні потреби учнів, використовувати інтерактивні методи та стимулювати їхню пізнавальну активність [11], [19].

На сучасному етапі становлення педагогічної науки суть розумового виховання в саморозвитку, самоствердженні нової генерації, «здатної творити майбутнє всього суспільства (розумове виховання забезпечує всебічний розвиток людини: інтелектуальної, гармонійної особистості, здатної до креативного мислення та самовдосконалення протягом всього життя) [27].

Аналіз еволюції педагогічних підходів свідчить про поступове переосмислення ролі розумового виховання у професійній діяльності педагога. Наприкінці XX ст. провідні вчені наголошували на значенні розвитку інтелектуальної активності та мислення як основи формування педагогічної майстерності [2]; [9]. Підкреслюється значущість інтелектуально-духовної складової у професійній підготовці педагога, зокрема акцентується увага на педагогічній культурі та здатності до рефлексії [7].

На початку XXI ст. дослідники зміщують акценти в бік компетентнісного та технологічного підходів. Зокрема, О. Пометун та Л. Пироженко розглядають інтерактивні методики як інструмент розвитку критичного мислення учнів і вчителів [22]. Проблема розвитку професійної компетентності викладача у вищій школі в умовах реформування освіти та цифровізації була предметом досліджень багатьох українських науковців кінця XX – початку XXI століття. Зокрема, І. Зязюн [8] та О. Савченко [24] наголошували на необхідності інтеграції теоретичних знань і практичних умінь як основи професійної майстерності викладача. Вони підкреслювали, що сучасний викладач має володіти гнучкістю мислення, креативністю та здатністю до швидкого прийняття рішень у нестандартних педагогічних ситуаціях, бути методологічно готовими до інноваційної діяльності.

І. Кучинська, аналізуючи інноваційну освітню діяльність, визначала, що розвиток інноваційної компетентності педагога залежить від поєднання методичної підготовки, професійного досвіду та творчого потенціалу [11], [12]. На її думку, ефективна організація освітнього процесу передбачає використання інтерактивних та проєктних технологій, що стимулюють формування практичних умінь і підвищують адаптивність викладача. У працях І. Кучинської зазначено, що ключові компетенції вимагають значного інтелектуального розвитку: абстрактного мислення, рефлексії, визначення власної позиції, самооцінки, критичного мислення [11].

Н. Панчук та С. Панчук досліджуючи впровадження інтерактивних технологій у навчання здобувачів вищої освіти, підкреслюють, що використання таких технологій сприяє формуванню критичного мислення, творчих компетентностей та готовності до самостійної професійної діяльності [18]. Автори акцентують увагу на тому, що цифрові інструменти, платфор-

ми для дистанційного навчання та інтерактивні вправи дозволяють студентам активно залучатися до процесу навчання, розвивають навички самостійного планування, дослідницької діяльності та рефлексії. Науковці акцентують увагу на формуванні ціннісно-орієнтованої педагогічної практики, що сприяє розвитку критичного мислення, соціальної відповідальності та творчої активності майбутніх педагогів [16], [17], [19].

Сучасні дослідження Н. Морзе [13], О. Спірін [25], М. Жалдак [6] акцентують увагу на цифровій компетентності як невід'ємній складовій професійної майстерності педагога в умовах НУШ. Вчені вказують, що цифрова компетентність є продовженням традиційного розумового розвитку, що трансформується через технологізації освітнього процесу.

«Хоч термін «цифровізація» почали вживати на початку 1990-х років, зараз він стає все більш актуальним. У процесі цифровізації важливою є роль системи освіти, зокрема, впровадження цифрових технологій для всіх сфер і галузей. Бо складовою частиною цифрового суспільства є цифровізація освіти, де здійснюється наповнення реального світу електронно-цифровими засобами, пристроями, системами та врегулюванням електронного обміну даними між ними» [26].

Опис інформаційно-цифрової компетентності як складової професійної компетентності педагогічного працівника подано у проєкті професійного стандарту за професіями «Вчитель початкових класів закладу загальної середньої освіти», «Вчитель закладу загальної середньої освіти». Згідно з документом, вона включає [23]:

- 1) уміння орієнтуватися в інформаційному просторі, здійснювати пошук, критично оцінювати й використовувати інформацію у професійній діяльності;
- 2) здатність застосовувати відкриті освітні ресурси, інформаційно-комунікаційні та цифрові технології в освітньому процесі;
- 3) здатність формувати в учнів позитивне ставлення до інформаційно-комунікаційних і цифрових технологій та забезпечувати їх відповідальне, безпечне використання.

Таким чином, «виклики XXI століття, реформи освітньої галузі вимагають від педагогів системного використання цифрових технологій, наявності і постійного підвищення рівня цифрової компетентності» [3, с. 17].

«Відповідальність і автономія у структурі інформаційно-цифрової компетентності проявляються у наступному:

- усвідомлювати важливість цифрової гігієни, ініціювати й проводити заходи з популяризації дотримання цифрової гігієни серед учасників освітнього процесу;
- визначати потреби класу/групи, які можна задовольнити шляхом створення/адаптації/модифікації електронних (цифрових) освітніх ресурсів;
- дотримуватись академічної доброчесності під час створення й використання електронних (цифрових) освітніх ресурсів, вимог законодавства щодо захисту авторського права, а також вживати заходів щодо захисту власних авторських прав;
- надавати допомогу й виявляти підтримку іншим учасникам освітнього процесу в оволодінні цифровими технологіями;

- використовувати для організації навчання здобувачів освіти захищені цифрові ресурси» [21, с. 44].

Отримані результати показують, що ефективна підготовка сучасного педагога вимагає інтеграції трьох компонентів:

1. Традиційних методів розумового виховання, що формують логічне мислення, системність та дисциплінованість;
2. Цифрову компетентність та інноваційні технології, які забезпечують ефективне планування та реалізацію навчального процесу в умовах НУШ;
3. Розвиток творчого потенціалу та педагогічної гнучкості, що дозволяє оперативно адаптувати методи і зміст навчання до змінних умов та потреб учнів.

Таким чином, поєднання історичних педагогічних традицій із сучасними цифровими і інтерактивними практиками забезпечує формування високопрофесійного, креативного та компетентного педагога, готового до роботи в умовах НУШ.

На основі аналізу наукових праць ми сформували наступні рекомендації для фахівців педагогічного профілю щодо формування цифрової компетентності.

По-перше, інтегрувати цифрові технології та інструменти ІКТ/ШІ у освітній процес. Педагоги мають набувати компетентностей інформаційно-комп'ютерних технологій (ІКТ), оскільки інформаційно-цифрова грамотність стає ключовим компонентом професійної майстерності [3].

По-друге, використовувати інтерактивні та проблемно-пошукові методи навчання. У наукових працях щодо педагогічних особливостей XXI століття, часто наголошується, що інформатизація та цифрові технології дають змогу створювати інтерактивне, проблемно-орієнтоване освітнє середовище, що стимулює активність здобувачів та їхнє критичне мислення [7].

По-третє, формувати у здобувачів вищої освіти навички самостійного аналізу, оцінювання інформації та прийняття рішень у цифровому середовищі. Це безпосередньо пов'язано з концепцією цифрової компетентності педагога, яка вимагає від педагога здібностей працювати з інформацією, обробляти і критично оцінювати її, використовувати технології ефективно та етично [21].

По-четверте, розробляти та впроваджувати авторські проєкти та навчальні кейси з цифровими технологіями. Сучасні наукові дослідження про цифрову компетентність педагогів підкреслюють важливість активної, дослідницької, творчої позиції педагога, що передбачає проєктну діяльність [3].

По-п'яте, проводити підвищення цифрової компетентності викладачів через професійне самовдосконалення, семінари, тренінги. Постає необхідність системної підготовки викладачів, підвищення їх компетентностей в умовах цифрових змін [3].

Висновки. Отже, перехід від традиційних уявлень про розумове виховання до формування цифрової компетентності педагога є закономірним результатом розвитку освітніх технологій. Виявлено, що сучасний педагог має володіти високим рівнем когнітивної гнучкості, здатністю до самоосвіти, технологічної адаптивності та інтелектуальної рефлексії, що підтверджує проведений аналіз.

Трансформація педагогічної підготовки від традиційного розумового виховання до формування цифрової компетентності педагога є ключовим напрямом модернізації освіти в умовах Нової української школи. Історико-педагогічний аналіз розвитку інтелектуальних і професійних компетентностей викладачів наприкінці ХХ – на початку ХХІ століття дозволив окреслити основні етапи педагогічної еволюції та визначити напрями сучасної педагогічної модернізації. Класичні методи розумового виховання, спрямовані на розвиток логічного та критичного мислення, уваги, пам'яті й самостійності учнів, залишаються значущими, проте їх ефективність значно зростає при інтеграції з цифровими технологіями та інноваційними освітніми практиками.

Досліджено вплив цифрових технологій та штучного інтелекту на розвиток критичного і цифрового мислення майбутніх педагогів, підвищення їхньої мотивації, інтелектуальної активності та творчого потенціалу. Інтерактивні методи навчання, STEAM-підходи та інноваційні освітні практики забезпечують ефективну інтеграцію традиційних методів розумового виховання з формуванням цифрових компетентностей, що сприяє підготовці педагогів, здатних ефективно організовувати освітній процес у сучасних умовах.

Формування цифрової компетентності педагогів є стратегічним напрямом освітньої модернізації. Поєднання історичних педагогічних традицій з сучасними цифровими технологіями створює умови для підготовки компетентного, адаптивного, творчого та інноваційно мислячого вчителя, здатного реалізовувати освітню політику НУШ та стимулювати інтелектуальний і креативний розвиток учнів у цифровому освітньому середовищі.

Узагальнюючи проведений історико-педагогічний аналіз, слід зазначити, що еволюція уявлень про розумове виховання від кінця ХХ до початку ХХІ століття є закономірною відповіддю на суспільні, технологічні та освітні трансформації. Перехід від традиційної знансцентричної парадигми до компетентнісно-діяльнісної моделі освіти супроводжується підвищенням ролі критичного, рефлексивного та цифрового мислення в структурі професійної компетентності педагога. З'ясовано, що класичні підходи до розумового виховання – розвиток логічного мислення, інтелектуальної дисциплінованості, пізнавальної активності – не втрачають своєї актуальності, проте потребують адаптації до умов цифровізації освіти та інтеграції інформаційно-комунікаційних технологій.

Підтверджено, що сучасний педагог має поєднувати інтелектуальну гнучкість із технологічною адаптивністю, здатністю швидко реагувати на зміни освітнього середовища, приймати рішення в умовах невизначеності та використовувати цифрові інструменти не лише як технічні засоби, а як педагогічні ресурси. Аналіз наукових праць доводить, що цифрова компетентність є логічним продовженням і трансформацією традиційного розумового розвитку, що реалізується через новітні методи навчання, інтерактивні технології, проєктну діяльність і використання можливостей штучного інтелекту.

Встановлено, що успішність педагогічної діяльності в умовах НУШ значною мірою залежить від здатності вчителя конструювати інтелектуально насичене освітнє середовище, сприяти розвитку критично-

го мислення та цифрової культури здобувачів освіти. Інтеграція історичних педагогічних традицій із сучасними цифровими практиками дозволяє формувати інноваційний тип педагога – методологічно грамотного, креативного, технологічно компетентного та орієнтованого на розвиток особистості здобувача. Отже, формування цифрової компетентності педагога є не лише вимогою часу, а й результатом педагогічної еволюції, що забезпечує стійкий розвиток сучасної освіти та її відповідність викликам ХХІ століття.

Список використаних джерел:

1. Бех І.Д. Виховання особистості: У 2 кн. Кн. 1: Особистісно орієнтований підхід: теоретико-технологічні засади. Київ: Либідь, 2003. 280 с.
2. Бех І.Д. Виховання особистості: У 2 кн. Кн. 2: Особистісно орієнтований підхід: духовно-моральні засади. Київ: Либідь, 2008. 336 с.
3. Білик Н.І., Пилипенко В.В., Шостя С.П. Розвиток цифрової компетентності педагогічних працівників у системі післядипломної освіти. *Імідж сучасного педагога*. Вип. 6 (195), 2023. С. 15–20. DOI: [https://doi.org/10.33272/2522-9729-2020-6\(195\)-15-20](https://doi.org/10.33272/2522-9729-2020-6(195)-15-20)
4. Вишневецький О. Теоретичні основи сучасної української педагогіки. Посібник для студентів вищих навчальних закладів. Дрогобич: Коло, 2006. 326 с.
5. Вітницька С.С. Основи педагогіки вищої школи: підручник за модульно-рейтинговою системою навчання для студентів магістратури. Київ: Центр навчальної літератури, 2006. 384 с.
6. Жалдак М.І., Рамський Ю.С., Рафальська М.В. Формування системи інформатичних компетентностей майбутніх учителів інформатики у процесі навчання в педагогічному університеті. *Вища школа*. 2009. № 10. С. 44–52.
7. Захарова Г.Б. Старікова Л.П. Силенко Ю.В. Формування цифрової компетентності майбутнього вчителя початкових класів засобами SMART технологій. *Інноваційна педагогіка*. 2025. № 80 (2). С. 127–130.
8. Зязюн І.А. Педагогіка добра: ідеї і реалії. Київ: Педагогічна думка, 2000. 256 с.
9. Кремень В.Г. Освіта і наука в Україні – інноваційні аспекти. Стратегія. Реалізація. Результати. Київ: Грамота, 2005. 447 с.
10. Кремень В.Г., Ільїн В.В. Освіта і наука в Україні – інноваційні аспекти (стратегія. реалії. перспективи). Київ: Грамота, 2009. 326 с.
11. Кучинська І.О. Формування професійних компетентностей педагогічних працівників сучасного вишу. *Вісник Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серія екологія*. 2018. Вип. 3. С. 107–114. URL: <http://elar.kpnu.edu.ua/xmlui/handle/123456789/2107>
12. Кучинська І.О. Інноваційна освітня діяльність: змістовність та функціональність педагогічних технологій в умовах сучасного реформування. *Педагогічна освіта: теорія і практика*: збірник наукових праць. Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка; Інститут педагогіки НАПН України [гол. ред. Н.В. Бахмат]. Київ: Міленіум, 2022. Вип. 33 (2-2022). С. 20–31.
13. Морзе Н.В., Кочарян А.Б. Модель стандарту ІКТ компетентності викладачів університету в контексті підвищення якості освіти. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2014. № 43. Вип. 5. С. 27–39. URL: <https://core.ac.uk/download/pdf/33688365.pdf>

14. Нова українська школа. Концептуальні засади реформування середньої школи / Міністерство освіти і науки України, 2016. 36 с. URL: <https://mon.gov.ua/static-objects/mon/sites/1/zagalna%20serednya/nova-ukrainska-shkola-compressed.pdf>
15. Третяк О. Цифрова компетентність як складова розвитку педагогічного партнерства. *Цифрова компетентність сучасного вчителя нової української школи: 2023 (пошук рішень в період війни)*: збірник матеріалів всеукр. наук.-практ. семінару (Київ, 21 березня 2023 р.) / за заг. ред. О.В. Овчарук. Київ: ЦО НАПН України, 2023. С. 168–170.
16. Панчук Н., Панчук С. Вплив компетентнісного підходу на формування особистості майбутнього філолога-полоніста в освітньому процесі закладу вищої освіти. *Психологічний часопис: науковий журнал* / за ред. С.Д. Максименка. Київ: Інститут психології імені Г.С. Костюка Національної академії педагогічних наук України, 2023. Том 9. Вип. 7. С. 7–14. URL: <https://apsijournal.com/index.php/psyjournal/article/view/1586/909>
17. Панчук Н.П., Панчук С.О. Компетентнісний підхід у формуванні особистості майбутнього філолога-полоніста у процесі професійної підготовки. *Науковий вісник К-ПНУ*. 2020. № 3. С. 58–64.
18. Панчук Н.П., Панчук С.О. Особливості використання інтерактивних технологій при формуванні цінностей студента філологічного профілю. *Актуальні проблеми сучасної психології: перспективні та пріоритетні напрями наукових досліджень молодих науковців*. Кам'янець-Подільський: Видавець Ковальчук О.В., 2021. С. 92–95.
19. Панчук О.П., Панчук Н.П. Розвиток педагогічних компетентностей у майбутніх фахівців в умовах реформування освіти. *Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серія педагогічна* / [редкол. П.С. Атаманчук (голова, наук. ред.) та ін.]. Кам'янець-Подільський: Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, 2014. Вип. 20: Управління якістю підготовки майбутнього вчителя фізико-технологічного профілю. С. 50–53. URL: <http://ped-series.kpnu.edu.ua/article/view/36807/33032>
20. Педагогічна майстерність: підручник / І.А. Зязюн, Л.В. Крамушенко, І.Ф. Кривонос та ін. Київ: Вища школа, 2014. 422 с.
21. Петренко С., Петренко Л., Вернидуб Г. Інформаційно-цифрова компетентність сучасного учителя. *Освіта. Інноватика. Практика*. 2025. Вип. 13 (5). С. 41–45. DOI: <https://doi.org/10.31110/2616-650X-vol13i5-006>
22. Пометун О. І., Пироженко Л. В. Сучасний урок. Інтерактивні технології навчання. Київ: А.С.К., 2004. 192 с.
23. Професійний стандарт «Вчитель закладу загальної середньої освіти» Наказ Міністерства освіти і науки України № 1225 від 29.08.2024 р. URL: <https://mon.gov.ua/prapro-zatverdzhennia-profesiinoho-standartuvchytel-zakladu-zahalnoi-serednoi-osvity>
24. Савченко О.Я. Дидактика початкової освіти: підручник. Київ: Грамота. 2012. 504 с.
25. Спірін О.М. Інформаційно-комунікаційні та інформаційні компетентності як компоненти системи професійно-спеціалізованих компетентностей вчителя інформатики. *Інформаційні технології і засоби навчання*. № 5 (13). 2009. URL: <https://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/download/183/169>
26. Франчук Н.П., Сосюра О.В. Загальна характеристика цифрових дидактичних засобів для підтримки навчання інформатики в закладах загальної середньої освіти. *Цифрова компетентність вчителя нової української школи: 2024: інновації в умовах змін: препринт* / за заг. ред. О.В. Овчарук. Київ: ЦО НАПН України, 2024. 260 с.
27. Цимбал-Слатвінська С.М. Розумове виховання: історичний контекст. *Психолого-педагогічні проблеми сільської школи*. 2011. № 39 (1). С. 231–238. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Ppps_2011_39\(1\)_37](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Ppps_2011_39(1)_37)
28. Ялліна В.Л. Форми і методи розумового виховання старшокласників у гімназіях на поч. XX ст. *Педагогіка та психологія*. 2012. Вип. 41. С. 185–191. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/znpkhnpu_ped_2012_41_23

Andriy MAKSYMCHUK

Kamianets-Podilskyi Ivan Ohienko National University

FROM TRADITIONAL INTELLECTUAL EDUCATION TO DIGITAL COMPETENCE OF TEACHERS: HISTORICAL AND PEDAGOGICAL ANALYSIS AND CURRENT EDUCATIONAL PRACTICES IN THE CONTEXT OF THE NEW SCHOOL SYSTEM

Abstract. The article reveals the transformation of pedagogical training from traditional intellectual education to the formation of digital competence of teachers in the conditions of the New Ukrainian School. A historical and pedagogical analysis of the development of intellectual and professional competences of teachers at the end of the 20th and beginning of the 21st centuries is conducted, and the main directions of pedagogical modernization are determined. The role of digital technologies and artificial intelligence in education, as well as innovative educational practices in the development of critical and digital thinking of future teachers, is investigated. Emphasis is placed on the formation of teachers' professional readiness for the effective implementation of interactive and digital teaching methods, stimulating students' intellectual development, and increasing their creativity. Analysis of the works of Ukrainian scientists has made it possible to outline practical ways of integrating traditional methods of intellectual education with digital competencies. The results obtained emphasize the need to combine historical pedagogical traditions and modern technologies to train competent, flexible, creative, and innovative teachers who are able to work effectively in the conditions of the New Ukrainian School and the digital educational environment.

Key words: mental education; digital competence; NUS teacher; intellectual development; historical and pedagogical analysis; teacher training; critical thinking; innovative educational practices; pedagogical modernization.

References:

1. Bekh I.D. Vychovannia osobystosti: U 2 kn. Kn. 1: Osobystisno oriientovanyi pidkhd: teoretyko-tekhnohichni zasady. Kyiv: Lybid, 2003. 280 s.
2. Bekh I.D. Vychovannia osobystosti: U 2 kn. Kn. 2: Osobystisno oriientovanyi pidkhd: dukhovno-moralni zasady. Kyiv: Lybid, 2008. 336 s.
3. Bilyk N.I., Pylypenko V.V., Shostia S.P. Rozvytok tsyfrovoi kompetentnosti pedahohichnykh pratsivnykiv u systemi pisliadyplomnoi osvity. Imidzh suchasnoho pedahoha. Vyp. 6 (195), 2023. S. 15–20. DOI: [https://doi.org/10.33272/2522-9729-2020-6\(195\)-15-20](https://doi.org/10.33272/2522-9729-2020-6(195)-15-20)
4. Vyshnevskiy O. Teoretychni osnovy suchasnoi ukrainskoi pedahohiky. Posibnyk dlia studentiv vyshcheykh navchalnykh zakladiv. Drohobych: Kolo, 2006. 326 s.
5. Vitnytska S.S. Osnovy pedahohiky vyshchoi shkoly: pidruchnyk za modulno-reitynhovoioiu systemoiu navchannia

- dlia studentiv mahistratury. Kyiv: Tsentr navchalnoi literatury, 2006. 384 s.
6. Zhaldak M.I., Ramskyi Yu.S., Rafalska M.V. Formuvannia systemy informatychnykh kompetentnosti maibutnykh uchyteliv informatyky u protsesi navchannia v pedahohichnomu universyteti. *Vyshcha shkola*. 2009. № 10. S. 44-52.
 7. Zakharova H.B., Starikova L.P., Sylenko Yu.V. Formuvannia tsyfrovoy kompetentnosti maibutnoho vchytelia pochatkovykh klasiv zasobamy SMART tekhnologii. *Innovatsiina pedahohika*. 2025. № 80 (2). S. 127-130.
 8. Ziazun I.A. Pedahohika dobra: idei i realii. Kyiv: Pedahohichna dumka, 2000. 256 s.
 9. Kremen V.H. Osvita i nauka v Ukraini – innovatsiini aspekty. *Stratehiia. Realizatsiia. Rezultaty*. Kyiv: Hramota, 2005. 447 s.
 10. Kremen V.H., Ilin V.V. Osvita i nauka v Ukraini – innovatsiini aspekty (stratehiia. realii. perspektyvy). Kyiv: Hramota, 2009. 326 s.
 11. Kuchynska I.O. Formuvannia profesiynykh kompetentnosti pedahohichnykh pratsivnykiv suchasnoho vyshu. *Visnyk Kamianets-Podilskoho natsionalnoho universytetu imeni Ivana Ohienka. Seriya ekolohiia*. 2018. Vyp. 3. S. 107-114. URL: <http://elar.kpnu.edu.ua/xmlui/handle/123456789/2107>
 12. Kuchynska I.O. Innovatsiina osvitalia diialnist: zmistovnist ta funktsionalnist pedahohichnykh tekhnologii v umovakh suchasnoho reformuvannia. *Pedahohichna osvita: teoriia i praktyka*: zbirnyk naukovykh prats. Kamianets-Podilskyi natsionalnyi universytet imeni Ivana Ohienka; Instytut pedahohiky NAPN Ukrainy [hol. red. N.V. Bakhmat]. Vyp. 33 (2-2022). Kyiv: Milenium, 2022. S. 20-31.
 13. Morze N.V., Kocharian A.B. Model standartu IKT kompetentnosti vykladachiv universytetu v konteksti pidvyshchennia yakosti osvity. *Informatsiini tekhnologii i zasoby navchannia*. 2014. № 43. Vyp. 5. S. 27-39. URL: <https://core.ac.uk/download/pdf/33688365.pdf>
 14. Nova ukrainska shkola. Kontseptualni zasady reformuvannia serednoi shkoly / Ministerstvo osvity i nauky Ukrainy, 2016. 36 s. URL: <https://mon.gov.ua/static-objects/mon/sites/1/zagalna%20serednya/nova-ukrainska-shkola-compressed.pdf>
 15. Tretiak O. Tsyfrova kompetentnist yak skladoiva rozvytku pedahohichnoho partnerstva. *Tsyfrova kompetentnist suchasnoho vchytelia novoi ukrainskoi shkoly: 2023 (poshuk rishen v period viiny)*: zbirnyk materialiv vseukr. nauk.-prakt. seminaru (Kyiv, 21 bereznia 2023 r.) / za zah. red. O.V. Ovcharuk. Kyiv: ITsO NAPN Ukrainy, 2023. S. 168-170.
 16. Panchuk N., Panchuk S. Vplyv kompetentnisnoho pidkhotovu na formuvannia osobystosti maibutnoho filoloha-polonista v osvitnomu protsesi zakladu vyshchoi osvity. *Psykhologichnyi chasopys: naukovyi zhurnal / za red. S.D. Maksymenka*. Kyiv: Instytut psykhologii imeni H.S. Kostiuka Natsionalnoi akademii pedahohichnykh nauk Ukrainy, 2023. Tom 9. Vyp. 7. S. 7-14. URL: <https://apsijournal.com/index.php/psyjournal/article/view/1586/909>
 17. Panchuk N.P., Panchuk S.O. Kompetentnisnyi pidkhid u formuvannia osobystosti maibutnoho filoloha-polonista u protsesi profesiinoi pidhotovky. *Naukovyi visnyk K-PNU*. 2020. № 3. S. 58-64.
 18. Panchuk N.P., Panchuk S.O. Osoblyvosti vykorystannia interaktyvnykh tekhnologii pry formuvannia tsinnosti studenta filolohichnoho profilu. *Aktualni problemy suchasnoi psykhologii: perspektyvni ta priorytetni napriamy naukovykh doslidzen molodykh naukivtsiv*. Kamianets-Podilskyi: Vydavets Kovalchuk O.V., 2021. S. 92-95.
 19. Panchuk O.P., Panchuk N.P. Rozvytok pedahohichnykh kompetentnosti u maibutnykh fakhivtsiv v umovakh reformuvannia osvity. *Zbirnyk naukovykh prats Kamianets-Podilskoho natsionalnoho universytetu imeni Ivana Ohienka. Seriya pedahohichna / [redkol. P.S. Atamanchuk (holova, nauk.red.) ta in.]*. Kamianets-Podilskyi: Kamianets-Podilskyi natsionalnyi universytet imeni Ivana Ohienka, 2014. Vyp. 20: Upravlinnia yakistiu pidhotovky maibutnoho vchytelia fizyko-tekhnologichnoho profilu. S. 50-53. URL: <http://ped-series.kpnu.edu.ua/article/view/36807/33032>
 20. Pedahohichna maisternist: pidruchnyk / I.A. Ziazun, L.V. Kramushchenko, I.F. Kryvonos ta in.; Kyiv: Vyshcha shkola, 2014. 422 s.
 21. Petrenko S., Petrenko L., Vernydub H. Informatsiino-tsifrova kompetentnist suchasnoho uchytelia. *Osvita. Innovatyka. Praktyka*. 2025. Vyp. 13 (5), S. 41-45. DOI: <https://doi.org/10.31110/2616-650X-vol13i5-006>
 22. Pometun O.I., Pyrozhenko L.V. Suchasnyi urok. Interaktyvni tekhnologii navchannia. Kyiv: A.S.K., 2004. 192 s.
 23. Profesiyni standart «Vchytel zakladu zahalnoi serednoi osvity» Nakaz Ministerstva osvity i nauky Ukrainy № 1225 vid 29.08.2024 r. URL: <https://mon.gov.ua/npa/pro-zatverdzhennia-profesiinoho-standartu-vchytel-zakladu-zahalnoi-serednoi-osvity>
 24. Savchenko O.Ya. Dydaktyka pochatkovoi osvity: pidruchnyk. Kyiv: Hramota, 2012. 504 c.
 25. Spirin O.M. Informatsiino-komunikatsiini ta informatychni kompetentnosti yak komponenty systemy profesiino-spetsializovanykh kompetentnosti vchytelia informatyky. *Informatsiini tekhnologii i zasoby navchannia*. 2009. № 5 (13). URL: <https://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/download/183/169>
 26. Franchuk N.P., Sosiura O.V. Zahalna kharakterystyka tsyfrovnykh dydaktychnykh zasobiv dlia pidtrymky navchannia informatyky v zakladakh zahalnoi serednoi osvity. *Tsyfrova kompetentnist vchytelia novoi ukrainskoi shkoly: 2024: innovatsii v umovakh zmin*: prepynt / za zah. red. O.V. Ovcharuk. Kyiv: ITsO NAPN Ukrainy, 2024. 260 s.
 27. Tsybal-Slatvinska S.M. Rozumove vykhovannia: istorychnyi kontekst. *Psykhologo-pedahohichni problemy silskoi shkoly*. 2011. № 39 (1). S. 231-238. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Ppps_2011_39\(1\)_37](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Ppps_2011_39(1)_37)
 28. Yallina V.L. Formy i metody rozumovoho vykhovannia starshoklasnykiv u himnaziakh na poch. XX st. *Pedahohika ta psykhologiia*. 2012. Vyp. 41. S. 185-191. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/znpkhnpu_ped_2012_41_23

Отримано: 2.11.2025

Світлана МАЛЬЧЕНКО

Криворізький державний педагогічний університет

e-mail: malchenko.svitlana@kdpu.edu.ua; ORCID: 0000-0001-8291-6642

ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ЯК ІНСТРУМЕНТУ РОЗВИТКУ ПРИРОДНИЧО-МАТЕМАТИЧНИХ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ УЧНІВ: ПІДГОТОВКА МАЙБУТНЬОГО ВЧИТЕЛЯ

Анотація. У статті розглянуто питання підготовки майбутніх учителів фізики та астрономії до використання штучного інтелекту (ШІ) як інноваційного інструменту розвитку природничо-математичних компетентностей учнів старшої школи. Актуальність дослідження зумовлена активною цифровізацією освіти та необхідністю формування в учителів нових професійних умінь, пов'язаних із використанням технологій ШІ. Підкреслено, що інтеграція штучного інтелекту в освітній процес має виходити за межі його застосування лише як засобу пошуку інформації. Важливим аспектом професійної підготовки є формування в майбутніх педагогів здатності використовувати ШІ для створення освітнього контенту, розроблення навчальних завдань, моделювання фізичних явищ, організації дослідницької діяльності та реалізації міждисциплінарних STEM-проектів. У статті проаналізовано можливості та ефективність застосування інструментів ШІ у процесі вивчення методичних дисциплін, розроблено рекомендації щодо їх упровадження у навчання фізики й астрономії. Зроблено висновок про доцільність системної інтеграції технологій штучного інтелекту у підготовку майбутніх учителів природничо-математичного профілю як умови підвищення якості професійної освіти та розвитку інноваційного мислення здобувачів.

Ключові слова: штучний інтелект, фізика, астрономія, STEM-освіта, природничо-математичні компетентності, майбутній учитель, цифровізація освіти.

У сучасному освітньому середовищі стрімкий розвиток цифрових технологій, зокрема штучного інтелекту (ШІ), відкриває нові можливості для формування природничо-математичних компетентностей учнів. Застосування ШІ у навчальному процесі дозволяє створювати адаптивні освітні платформи, автоматизувати оцінювання, моделювати складні явища та забезпечувати персоналізований підхід до навчання.

Актуальність теми зумовлена також потребою у трансформації традиційних підходів до викладання фізики, математики, хімії та біології, які часто залишаються абстрактними та складними для учнів. Використання ШІ дозволяє зробити процес навчання більш наочним, інтерактивним і практико-орієнтованим, що сприяє розвитку критичного мислення, дослідницьких навичок і мотивації до навчання.

Міжнародна практика підтверджує високу ефективність інтеграції технологій штучного інтелекту в освітній процес, що сприяє підвищенню якості навчання, персоналізації освітніх траєкторій та розвитку критичного мислення учнів. В Україні розпочато розроблення методичних рекомендацій щодо впровадження ШІ в шкільну освіту, що актуалізує потребу у глибокому науковому осмисленні цієї проблематики. Виникає необхідність створення моделей професійної підготовки педагогів, здатних ефективно застосовувати інноваційні цифрові інструменти у навчально-виховному процесі. У цьому контексті дослідження потенціалу використання штучного інтелекту для розвитку природничо-математичних компетентностей учнів набуває особливої соціальної значущості та наукової цінності.

Мета статті – розкрити можливості використання технологій штучного інтелекту у процесі підготовки майбутніх учителів природничо-математичних дисциплін як інструменту розвитку природничо-математичних компетентностей учнів старшої школи, обґрунтувати методичні підходи до інтеграції AI-технологій у навчальний процес у контексті реалізації концепції Нової української школи.

Впровадження технологій штучного інтелекту в освітній процес є не лише інноваційним, а й методично обґрунтованим кроком, що відповідає сучасним вимогам до професійної компетентності педагога та сприяє підвищенню якості природничо-математичної освіти. ШІ дозволяє враховувати інтереси, стиль навчання та темп засвоєння матеріалу кожного учня.

У світовій практиці ШІ вже інтегровано в освітні цифрові платформи, які використовуються для викладання STEM-дисциплін. Українські дослідники, зокрема Інститут цифровізації освіти НАПН України, підтверджують ефективність ШІ у формуванні природничо-математичних компетентностей й активно розробляють поради щодо впровадження технологій ШІ як інструменту навчального процесу. Згідно з Державним стандартом базової середньої освіти (2021), цифрова компетентність є наскрізною і має формуватися в усіх освітніх галузях. Це передбачає вміння працювати з цифровими інструментами, моделювати явища, аналізувати дані, саме це можна реалізувати через ШІ.

Місце ШІ в сучасній дидактиці неможливо розглядати ізольовано від процесу підготовки майбутніх учителів. Ефективне використання ШІ в освітній практиці передбачає не лише володіння цифровими інструментами, а й глибоке розуміння дидактичних принципів їх застосування: цілеспрямованості, науковості, доступності, інтерактивності та рефлексивності. Це зумовлює необхідність оновлення змісту педагогічної освіти, зокрема включення до навчальних планів модулів із цифрової дидактики та методики використання інтелектуальних технологій у навчанні природничо-математичних дисциплін.

У сучасній освітній парадигмі акцент зміщується з передачі знань на розвиток компетентностей, насамперед природничо-математичних. Роль учителя полягає у формуванні в учнів здатності застосовувати знання на практиці, аналізувати дані, мислити критично та творчо. У цьому контексті штучний інтелект стає інструментом реалізації компетентнісного підходу завдяки використанню симуляторів, систем автоматич-

ного аналізу даних, генераторів навчальних завдань та інших ресурсів. Поєднання трьох компонентів «штучний інтелект + розвиток компетентностей + підготовка вчителя» створює синергетичний ефект, що сприяє оновленню освітнього процесу.

Застосування ШІ відкриває нові можливості для створення цифрових моделей фізичних процесів, які складно або неможливо реалізувати в умовах шкільної лабораторії. Це дозволяє забезпечити глибше розуміння складних і абстрактних понять, зокрема хвильових явищ, квантових ефектів, гравітаційних полів тощо. Інтелектуальні системи здатні аналізувати навчальні досягнення учнів і автоматично коригувати рівень складності завдань, темп навчання та способи пояснення матеріалу, що підсилює індивідуалізацію освітнього процесу.

Крім того, штучний інтелект активно підтримує проєктну діяльність учнів, надаючи змогу працювати з реальними науковими даними, будувати гіпотези, проводити віртуальні експерименти та аналізувати отримані результати. Така діяльність сприяє розвитку критичного мислення, логічного аналізу та наукової грамотності. Системи на основі ШІ також забезпечують автоматичну перевірку завдань, надають миттєвий зворотний зв'язок, виявляють типові помилки та пропонують шляхи їх подолання, що підвищує ефективність навчання та мотивацію учнів (рис. 1).

Використання технологій ШІ у сучасній дидактиці природничо-математичних дисциплін виступає не просто технологічним доповненням, а інноваційним дидактичним засобом, що змінює саму природу навчання – від репродуктивного до дослідницького, від одноманітного до персоналізованого, від теоретичного до прикладного.

Застосування ШІ дозволяє зробити навчання більш наочним, адаптивним і прикладним, що особливо важливо для засвоєння складних фізичних та астрономічних понять. З метою розвитку природничо-математичних та цифрових компетентностей учнів, а також підвищення мотивації до навчання, доцільно інтегрувати інструменти штучного інтелекту у навчальний процес. У таблиці 1 наведено платформи, які можуть бути використані як у шкільній практиці, так і в процесі підготовки майбутніх учителів.

Застосування зазначених платформ сприяє:

- візуалізації складних фізичних явищ (електромагнітні поля, хвильові процеси, орбітальні рухи);
- моделюванню експериментів, які неможливо реалізувати в умовах шкільної лабораторії;
- аналізу даних у реальному часі з автоматичними висновками;

- інтеграції навчання з мобільними пристроями, що розширює доступність освітнього контенту.

Таблиця 1

Платформи, які інтегруються з ШІ

Назва платформи	Призначення та можливості	Рекомендоване використання
Labster	Віртуальні лабораторії з фізики, хімії, біології. ШІ адаптує сценарії до рівня учня, надає підказки, оцінює дії	Моделювання експериментів, STEM-проєкти
Stellarium + AI-помічники	Веб-планетарій для моделювання зоряного неба. Можлива інтеграція з голосовими асистентами	Навчальні спостереження, вивчення небесних тіл
PhET Interactive Simulations	Інтерактивні моделі з фізики та астрономії. Нові версії містять адаптивні підказки	Візуалізація абстрактних понять, самостійна робота
Sokrat.ai	Українська платформа для створення адаптивних курсів з елементами ШІ	Індивідуалізоване навчання, тестування, діалоги
Vernier Graphical Analysis	Програмне забезпечення для збору та аналізу даних з датчиків Vernier. ШІ розпізнає закономірності, будує графіки	Лабораторні роботи, аналіз експериментальних даних

У процесі підготовки майбутніх учителів фізики та астрономії доцільно включати до навчальних програм практичні модулі, присвячені роботі з зазначеними платформами. Це дозволить сформувати у здобувачів освіти навички використання ШІ для організації навчальних занять, реалізації проєктної діяльності та супроводу учнівських досліджень. Використання наведених у таблиці платформ не лише підвищують якість викладання, а й формують у здобувачів освіти навички роботи з сучасними цифровими інструментами, що є важливою складовою їхньої професійної підготовки в умовах реалізації концепції НУШ.

ШІ дозволяє враховувати інтереси, стиль навчання та темп засвоєння матеріалу кожного учня. Наприклад: учні, які краще сприймають візуальну інформацію, отримують більше графіків, схем і відео. Ті, хто орієнтовані на практику, можуть виконувати інтерактивні завдання з моделювання фізичних процесів. Учні з високим рівнем мотивації можуть долучатися до дослідницьких проєктів, використовуючи ШІ для аналізу даних, прогнозування результатів та побудови моделей.

За останні 3–5 років в Україні значно зріс інтерес до використання ШІ в освіті, з'являються оглядові публікації, методичні матеріали та прикладні дослідження, які фокусуються на підготовці педагогів до цифрових інструментів, етиці застосування ШІ та практичних кейсах застосування у предметах. Одночасно держава визначила розвиток ШІ як пріоритет



Рис. 1. Дидактичні функції ШІ

(нац. стратегія 2021–2030), що сприяє появі програм і грантів для впровадження ШІ в ЗВО й школи.

Основні тематичні напрями в українських дослідженнях:

✓ *Системи підготовки вчителя до ШІ*: роботи присвячені формуванню цифрових компетентностей, методикам впровадження AI-інструментів у педагогічну підготовку та пропозиціям для зміни освітніх програм. Тут зустрічаються як теоретичні побудови, так і початкові модельні підходи [2].

✓ *Методичні кейси та приклади*: практичні дослідження, які описують застосування конкретних інструментів (генеративні моделі, віртуальні лабораторії, сервіси для візуалізації і моделювання) під час вивчення окремих тем (наприклад, функції в математиці, експериментальні дослідження в фізиці). Є приклади апробацій у межах дисциплін і конференційних доповідей [3].

✓ *Етичні, правові та методичні питання*: ряд публікацій розглядає ризики, питання достовірності даних, авторського права та наукової етики при застосуванні ШІ в освітньому процесі. Ця тема активно розвивається паралельно з практичними кейсами [4].

✓ *Оцінювання ефективності й впливу*: поки що небагато масштабних емпіричних досліджень з контрольними групами, але зростає кількість звітних апробацій (пілотні впровадження, відгуки студентів/викладачів) [5].

На сьогодні можна спостерігати позитивні зрушення, а саме з'являються міжвідомчі ініціативи (академії, програми підвищення кваліфікації від міжнародних партнерів і корпорацій), що дають практичні курси для вчителів і викладачів ЗВО. Українські журнали та конференції (зокрема педагогічні збірники і тематичні секції) дедалі частіше публікують матеріали про ШІ в освіті, що формує методичну основу для подальших прикладних досліджень [6].

Існують й проблемні сторони, серед таких можна відмітити головні прогалини та виклики: Більшість робіт є загальноосвітніми або сфокусовані на інформатиці й математиці; специфіка лабораторних методів фізики та астрономічних спостережень опрацьована слабше (потребує цільових досліджень) [7]. Багато публікацій концентруються на інструментах, натомість бракує методичних моделей інтеграції AI у формування компетентностей (педагогіка інтеграції, проєктні технології, оцінювання компетентностей) [5]. Переважно пілотні апробації і описові статті; бракує масштабних контрольованих досліджень впливу ШІ на результати учнівського навчання в профільних природничих дисциплінах [5]. На сьогодні потреба у стандартах, правилах використання ШІ в школі, захисті даних учнів і легальному використанні контенту ще не вирішена повністю [4].

Серед рекомендацій, які можна виділити в методичній літературі: необхідність розробки спеціалізованих методичних моделей та освітніх модулів для підготовки вчителів фізики й астрономії з акцентом на AI-інструменти (віртуальні лабораторії, моделювання, генерація завдань, аналіз даних) (підтримується національною стратегією [1]). Важливість запустити довготривалі експерименти з контрольними групами для оцінки впливу AI-підходів на формування природничо-математичних компетентностей [5].

Включати у програми підготовки теми етики, правових аспектів і цифрової безпеки при роботі зі ШІ [4]. Розвивати партнерства ЗВО – школи – IT-індустрія й міжнародні проєкти для обміну практиками й ресурсами (приклади програм та NGO-ініціатив уже є) [7].

Однією з перспективних можливостей сучасної освіти є використання технологій штучного інтелекту не лише як засобу пошуку, обробки та візуалізації інформації, чи інтеграції з віртуальними фізичними й астрономічними симуляторами, але й як інструменту створення динамічного, адаптивного освітнього процесу. Йдеться про перетворення ШІ з пасивного виконавця завдань на активний дидактичний засіб навчання, що забезпечує індивідуалізацію та підвищення ефективності засвоєння знань.

Зокрема, учитель може застосовувати генератори тестових завдань на основі ШІ для оперативного створення диференційованих вікторин, орієнтованих на рівень підготовленості та профіль навчання учнів старшої школи. Такий підхід сприяє розвитку вмінь учнів аналізувати фізичні явища, моделювати ситуації та формулювати наукові висновки. Наприклад, з метою мотивації до вивчення нової теми на початку уроку вчитель може задати ШІ запитання: «Поясни просто, куди дівається енергія, коли автомобіль гальмує». Отримане пояснення з прикладом переходу кінетичної енергії в теплову стає основою для дискусії, у ході якої учні формулюють гіпотези та визначають зміст майбутнього уроку.

Ефективним методом закріплення матеріалу є навчальна гра «ШІ-виклик»: учні по черзі вводять у систему опис фізичної ситуації (наприклад, «м'яч падає у воду») та запитують, які види енергії беруть участь у процесі. Відповіді, згенеровані ШІ, аналізуються класом і обговорюються під керівництвом учителя. У рамках домашнього завдання учням можна запропонувати створити за допомогою ШІ коротку інфографіку або анімацію, що ілюструє приклади збереження енергії в побуті, а також сформулювати кілька тестових запитань для однокласників за вивченою темою.

Використання технологій штучного інтелекту у сучасній освіті відкриває нові можливості для розвитку природничо-математичних компетентностей учнів, сприяючи формуванню дослідницьких умінь, критичного мислення та індивідуалізації навчання. Ефективне впровадження таких інструментів потребує якісної підготовки майбутніх учителів, здатних усвідомлено застосовувати ШІ у педагогічній практиці, поєднуючи знання з методики викладання, цифрових технологій та педагогіки партнерства. Формування AI-грамотності стає невід'ємною складовою професійної компетентності сучасного педагога, що включає етичне використання штучного інтелекту та вміння інтегрувати інтелектуальні ресурси в освітній процес. Подальші дослідження доцільно спрямувати на розроблення методичних моделей і практичних рекомендацій для використання інструментів ШІ у навчанні природничо-математичних дисциплін і підвищення рівня цифрової культури вчителя.

Список використаних джерел:

1. Національна стратегія розвитку штучного інтелекту в Україні на 2021–2030 pp. URL: https://wp.oecd.ai/app/uploads/2021/12/Ukraine_National_Strategy_for_Development_of_Artificial_Intelligence_in_Ukraine_2021-2030.pdf

2. Коломієць А., Кушнір О. Використання штучного інтелекту в освітній та науковій діяльності: можливості та виклики. *Modern Information Technologies and Innovation Methodologies of Education in Professional Training: Methodology Theory Experience Problems*. 2024. Вип. 70. С. 45–57. DOI: <https://doi.org/10.31652/2412-1142-2023-70-45-57>
3. Годя Т.Ю. Використання штучного інтелекту при підготовці вчителя до уроків, присвячених вивченню функцій у старшій профільній школі. *Актуальні питання природничо-математичної освіти: збірник наукових праць / МОН України, СумДПУ ім. А.С. Макаренка; ред. рада: М.І. Бурда, Л.В. Кондрашова, М. Гарнер, В.Б. Мілушев та ін. Суми: СумДПУ ім. А.С. Макаренка, 2024. Вип. 2 (24). С. 131–140. URL: <https://repository.sspu.edu.ua/handle/123456789/16640>*
4. Уманець В., Шахіна І., Розпутня Б. Підготовка майбутніх учителів інформатики до використання технологій штучного інтелекту в освітньому процесі. *Modern Information Technologies and Innovation Methodologies of Education in Professional Training: Methodology Theory Experience Problems*. 2024. Вип. 72. С. 162–169. DOI: <https://doi.org/10.31652/2412-1142-2024-72-162-170>
5. Власова В.П., Науменко Т.С., Різак Г.В. Про використання штучного інтелекту в підготовці педагогів для підвищення цифрових компетенцій. 2025. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.15064807>
6. Skrypka H. Artificial intelligence in education: enhancing teacher professional development programs. *Information Technologies and Learning Tools (ITLT)*. 2024. Vol. 101. No. 3. P. 227–238. DOI: <https://doi.org/10.33407/itlt.v101i3.5639>
7. STEM Osvita Ukraine. The activity of the NGO “STEM Osvita Ukraine” is focused on the popularization of STEM education, which we consider one of the most important tools for the development of children and preparing them for the future challenges of the technological world. URL: <https://stemosvita.org.ua/en/>
8. Uzwyshyn R. Academic Research Libraries and Enabling Artificial Intelligence: From Open Science and Datasets to AI and Discovery. 2023. DOI: <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.20360.70404>

Svitlana MALCHENKO

Kyryvi Rih State Pedagogical University

THE USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE AS A TOOL FOR DEVELOPING STUDENTS' NATURAL SCIENCE AND MATHEMATICAL COMPETENCIES: TRAINING FUTURE TEACHERS

Abstract. The article discusses the issue of preparing future physics and astronomy teachers to use artificial intelligence (AI) as an innovative tool for developing the natural science and mathematics competencies of senior school students. The relevance of the study is determined by the active digitalization of education and the need to develop new professional skills in teachers related to the use of AI technologies. It is emphasized that the integration of artificial intelligence into the educational process should go beyond its use solely as a means of searching for information. An important aspect of professional training is to develop future teachers' ability to utilize AI to create educational content, design learning tasks, model physical phenomena, organize research activities,

and implement interdisciplinary STEM projects. The article examines the potential and effectiveness of utilizing AI tools in the study of methodological disciplines. It develops recommendations for their implementation in the teaching of physics and astronomy. It concludes that the systematic integration of artificial intelligence technologies into the training of future natural science and mathematics teachers is advisable as a condition for improving the quality of professional education and fostering innovative thinking among students.

Key words: artificial intelligence, physics, astronomy, STEM education, natural and mathematical competences, future teacher, digitalisation of education.

References:

1. Natsionalna stratehiia rozvytku shtuchnoho intelektu v Ukraini na 2021–2030 rr. URL: https://wp.oecd.ai/app/uploads/2021/12/Ukraine_National_Strategy_for_Development_of_Artificial_Intelligence_in_Ukraine_2021-2030.pdf
2. Kolomiiets A., Kushnir O. Vykorystannia shtuchnoho intelektu v osvittii ta naukovi diialnosti: mozhlyvosti ta vyklyky. *Modern Information Technologies and Innovation Methodologies of Education in Professional Training: Methodology Theory Experience Problems*. 2024. Vyp. 70. S. 45–57. DOI: <https://doi.org/10.31652/2412-1142-2023-70-45-57>
3. Hoda T.Yu. Vykorystannia shtuchnoho intelektu pry pidhotovtsi vchytelia do urokiv, prysviachenykh vyvchenniu funktsii u starshii profilnii shkoli. Aktualni pytannia pryrodnycho-matematychnoi osvity: zbirnyk naukovykh prats / MON Ukrainy, SumDPU im. A.S. Makarenka; red. rada: M.I. Burda, L.V. Kondrashova, M. Harner, V.B. Milushev ta in. Sumy: SumDPU im. A.S. Makarenka, 2024. Vyp. 2 (24). S. 131–140. URL: <https://repository.sspu.edu.ua/handle/123456789/16640>
4. Umanets V., Shakhina I., Rozputnia B. Pidhotovka maibutnikh uchyteliv informatyky do vykorystannia tekhnolohii shtuchnoho intelektu v osvithomu protsesi. *Modern Information Technologies and Innovation Methodologies of Education in Professional Training: Methodology Theory Experience Problems*. 2024. Vyp. 72. S. 162–169. DOI: <https://doi.org/10.31652/2412-1142-2024-72-162-170>
5. Vlasova V.P., Naumenko T.S., Rizak H.V. Pro vykorystannia shtuchnoho intelektu v pidhotovtsi pedahohiv dlia pidvyshchennia tsyfrovyykh kompetentsii. 2025. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.15064807>
9. Skrypka H. Artificial intelligence in education: enhancing teacher professional development programs. *Information Technologies and Learning Tools (ITLT)*. 2024. Vol. 101. No. 3. P. 227–238. DOI: <https://doi.org/10.33407/itlt.v101i3.5639>
10. STEM Osvita Ukraine. The activity of the NGO “STEM Osvita Ukraine” is focused on the popularization of STEM education, which we consider one of the most important tools for the development of children and preparing them for the future challenges of the technological world. URL: <https://stemosvita.org.ua/en/>
6. Uzwyshyn R. Academic Research Libraries and Enabling Artificial Intelligence: From Open Science and Datasets to AI and Discovery. 2023. DOI: <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.20360.70404>

Отримано: 25.10.2025

Юрій МИРОШНІЧЕНКО¹, Леонід БОТУК²^{1,2}Український державний університет імені Михайла Драгомановаe-mail: ¹yr-mir@ukr.net; ²l.a.botuk@udu.edu.ua;ORCID: ¹0000-0002-4321-7782; ²0009-0009-8786-5931

ОСОБЛИВОСТІ ІНТЕГРОВАНОГО НАВЧАННЯ В УМОВАХ НОВОЇ УКРАЇНСЬКОЇ ШКОЛИ

Анотація. Важливою задачею сучасної освіти є оновлення й удосконалення змісту освіти і технологій навчання. Сучасне суспільство потребує підготовки фахівців із широким кругозором, творчим мисленням, практичним складом розуму, з вмінням самостійно досліджувати навколишнє середовище, отримувати обґрунтовані результати і практично їх застосовувати. Саме такі фахівці в майбутньому здатні забезпечити високий рівень розвитку наукового потенціалу і побудувати економічно стабільне суспільство.

Надзвичайно важливим фактором є інтеграція навчального матеріалу, яка повинна починатися з використання різних засобів, що забезпечують глибоке і повне засвоєння школярами навчального матеріалу.

Інтеграція є однією з найперспективніших інновацій, здатних вирішити багато проблем у сучасній системі базової середньої освіти. Звичайно, інтегрована система навчання недостатньо досконала, тому і потребує розвитку. А її достатня теоретична демонстрація та впровадження в педагогічну практику – проблема майбутнього.

У сучасних вчителів існує можливість застосовувати нові та інтегровані, активні технології навчання. Можливість неодноразово в комплексі повторити дослід у віртуальній лабораторії допомагає здобувачам освіти запам'ятати навчальний матеріал. Ситуація успіху, коли дитина повторила дію неодноразово і зрозуміла її природу, суттєво впливає на пізнавальну активність учнів, що відображається на якості реалізації поставлених цілей на уроці.

Ключові слова: інтеграція, інтегровані уроки, інформаційні технології, інновації, активізації роботи здобувачів освіти, технології навчання, онлайн презентації, Google, онлайн застосунки.

Державний стандарт загальної освіти передбачає одне з найголовніших завдань сучасної школи направлених на всебічний розвиток дитини, її талантів, здібностей, компетентностей та наскрізних умінь відповідно до вікових та індивідуальних психофізіологічних особливостей і потреб, формування цінностей, розвиток самостійності, творчості та допитливості.

А одним із головних завдань є утримання у дитини позитивного ставлення й інтересу до навчання. Завдання ці реалізуються сукупністю навчальних предметів, кожен з яких – це важлива складова частина змісту початкової освіти.

Саме тому уроки повинні носити новий творчий характер, включаючи надзвичайно цінні та продуктивні пошуки педагогічної науки й практики щодо розробки інтегрованих курсів та уроків. Потрібно запозичувати найкращий досвід вчителів, шукати нові можливості засвоєння здобувачами освіти нових знань [4].

Інтеграція навчання відрізняється різноманітними, чисельними асоціаціями, емоціями, дає можливість підводити школярів до міркування, висловлювати свої думки, застосовувати власний досвід, готувати дітей до подальшого вдалого пристосування до потреб сьогодення.

Інтеграція є однією з найперспективніших інновацій, здатних вирішити багато проблем у сучасній системі базової середньої освіти. Звичайно, інтегрована система навчання недостатньо досконала, тому і потребує розвитку. А її достатня теоретична демонстрація та впровадження в педагогічну практику – проблема майбутнього.

Однак уже сьогодні є очевидним, що «інтегроване навчання з іншими предметами закладає нові умови діяльності вчителів та школярів, і є діючою моделлю активізації інтелектуальної діяльності та розвиваючих прийомів навчання» [1]. Інтеграція потребує використання множинних форм навчання, що впливає на ефективність сприйняття здобувачами освіти навчального матеріалу. Вона стає спільною та інтерактивною

школою всіх учасників – вчителів, школярів та батьків, які допомагають разом рухатися до спільної мети.

У сучасних умовах, не тільки знання в традиційному розумінні можуть бути основною метою навчання. Також важливим є здатність до нестандартного, творчого та всебічного мислення. Зрозуміло, що такий тип мислення можна розвивати лише шляхом інтеграції знань, що містяться в різних дисциплінах.

Методичні принципи об'єднання (інтеграції) навчальних дисциплін у сучасній школі (за С. Ілляш) [8, 13]:

- покладання на знання багатьох дисциплін;
- зв'язок між змістом кожного предмета;
- зближення однорідних об'єктів;
- розробити спільні риси для кількох дисциплін.

Відомий фінський вчений К. Пурсайнен (Christer Henrik Pursiainen) вважає, що «інтеграція» означає зміцнення взаємозалежності та злагодженості елементів соціальної системи [11]. Один із найвпливовіших теоретиків інтеграції неофункціоналізму Е.Б. Хаас (Ernst Bernard Haas) визначив інтеграцію як «процес, за допомогою якого політичні діячі в особистих чітких національних установах погоджуються передати свої довіру, очікування і політичну активність новому центру, чий інституції володіють юрисдикцією, яка виходить за межі раніше існуючої у національних державах» [22]. Таке широке визначення включає як соціальний (передача відданості), так і політичний (розбудова нових інституцій, які знаходяться над країнами-членами і мають прямий вплив на частину їх справ) процеси. Інтеграція призводить до виникнення нового центру політичного впливу, що залучає до себе головних суб'єктів національного масштабу.

Нині особливо гостро постає проблема пошуку внутрішніх резервів підвищення результативності навчання.

Саме пошуки шляхів удосконалення системи освіти привели до відродження такого методичного явища як інтеграція навчання.

Одним з напрямів інтегрування змісту предметів є проведення інтегрованих уроків.

Інтегрований урок (від лат. Integration – «поповнення») – це тип уроку, у якому навколо однієї теми поєднано відомості з різних навчальних предметів.

Мета інтегрованих уроків – формування в школярів цілісного світогляду про навколишній світ, активізація їх пізнавальної діяльності; підвищення якості засвоєння сприйнятого матеріалу; створення творчої атмосфери в колективі школярів; виявлення здібностей школярів та їх особливостей; формування навичок самостійної роботи школярів з додатковою довідковою літературою, таблицями міжпредметних зв'язків, опорними схемами; підвищення інтересу школярів до матеріалу, що вивчається; ефективна реалізація розвивально-виховної функції навчання [9].

Інтегровані уроки дають можливість підводити школярів до усвідомленої і емоційно пережитої потреби міркувати і висловлювати свої думки на запропоновану тему.

Інтегровані уроки, подібно до традиційних, можна класифікувати за такими ознаками:

✓ **за дидактичною метою:**

- уроки засвоєння нових знань;
- уроки формування практичних умінь і навичок;
- уроки узагальнення і систематизації знань;
- контрольні уроки;

✓ **за етапами навчальної діяльності:**

- вступні уроки;
- уроки первинного ознайомлення з матеріалом;
- уроки формування понять, вивчення законів і правил;
- уроки застосування знань на практиці;
- уроки формування практичних умінь і навичок;
- уроки повторення і узагальнення матеріалу [11].

Переваги інтеграції на уроці:

- на інтегрованих уроках школярі пізнають світ у різноманітності та єдності;
- нестандартна форма роботи на уроці, використання різних видів роботи підтримують увагу школярів на високому рівні, що дає змогу констатувати розвивальну активність таких уроків;
- інтегровані уроки розвивають потенціал школярів; спонукають до осмислення і знаходження причинно-наслідкових зв'язків, розвивають логіку, мислення, комунікативні здібності;
- посилюють світоглядну спрямованість пізнавальних інтересів школярів;
- уміння стають узагальненими, сприяючи комплексному застосуванню знань;
- формуються інтегровані знання з двох дисциплін;
- завдяки зміні видів роботи змінюється зайва напруженість;
- посилюється світоглядна спрямованість пізнавальних інтересів школярів [15].

Особливості структури інтегрованого уроку.

Інтегрований урок – це здебільшого урок на повторення та узагальнення знань, який має такі етапи:

I. Створення емоційного фону заняття.

1. Ранкова зустріч.

2. Перевірка готовності школярів до уроку.

Учитель під час уроку забезпечує високу організацію та дисципліну дітей, підтримує їх активність, ініціативність, стежить за етикою спілкування молодших школярів.

II. Повідомлення теми, мети та завдань уроку.

III. Мотивація навчальної діяльності школярів.

IV. Актуалізація та коригування опорних знань з усіх інтегрованих предметів.

V. Повторення та аналіз основних фактів, подій, явищ.

VI. Творче перенесення знань і навичок школярів у нові ситуації.

VII. Узагальнення та систематизація навчальних досягнень дітей.

VIII. Підбиття підсумків інтегрованого уроку.

Учитель разом із здобувачами освіти співвідносять досягнуті результати з поставленими метою та завданнями уроку, аналізують недоліки у діяльності школярів (якщо такі є) і виявляють резерви підвищення ефективності даного уроку.

IX. Домашнє завдання.

Дається окремо для кожного із предметів, що зінтегровані на даному уроці.

Дана структура інтегрованого уроку є типовою, учитель може вносити у неї свої корективи залежно від особливостей навчальних предметів, що інтегруються, та конкретних завдань даного уроку.

Інтегровані уроки можуть поділятися на:

- урок української мови з образотворчим мистецтвом;
- урок української мови з природознавством, трудовим навчанням;
- урок літературного читання з основами здоров'я або інші варіанти.

Підготовка вчителя до інтегрованого уроку.

Щоб успішно підготуватись до проведення інтегрованого планування, вчитель повинен зробити:

- аналіз річного календарного планування;
- зіставлення матеріалу навчальних програм з предметів для виявлення можливих варіантів побудови інтегрованих уроків;
- обдумування та формулювання загальних понять, узгодження часу їх вивчення;
- вибір форм та методів реалізації навчального матеріалу, планування тематики, «конструювання» заняття;
- визначення завдань уроку;
- ретельний вибір оптимального навантаження школярів різноманітними видами діяльності під час уроку;
- добір дидактичного матеріалу [15].

Найбільш відповідальним етапом підготовки до інтегрованого уроку є визначення його завдань. Тому справедливим буде виділення компетентностей окремо до кожного з інтегрованих предметів.

Можливості поєднувати предмети в інтегровані уроки досить широкі.

Важливо, щоб сам урок не був перевантажений для дітей враженнями, щоб відповідав основній меті.

Вчителів до таких уроків слід готуватися завчасно: визначити тему, мету, об'єкт спостереження. Діти залюбки допомагають, занотовують свої спостереження, малюють малюнки, звертаються до довідкової літератури, вивчають новий матеріал.

Тематичне навчання передбачає інтеграцію різних сфер навчального плану на основі цікавої ідеї, яка об'єднує зміст різних предметів. Навчальний план використовується таким чином, щоб учні бачили зв'язок між різними предметами і практичним застосуванням набутих знань у житті. Інтегровані дні проводяться на початку вивчення теми, якщо це необхідно, і обов'язково наприкінці.

Можна використовувати дві основні форми проведення інтегрованих днів.

Вибір однієї з них залежить від загальної теми, а також від програмованого матеріалу, рівня самостійності школярів, типу уроку тощо. Якщо вчителів необхідно керувати роботою класу, особливо на початку запровадження цієї технології, або неможливо переставити теми так, щоб проводити повторення та закріплення вивченого з різних предметів у один день (це є найкращим варіантом для проведення інтегрованих днів), то в певний день окремо проводяться уроки читання, української мови, математики та інші [10].

Але під час кожного такого уроку весь матеріал підбирається відповідно до загальної теми, діти працюють у групах, і для кожної групи готується окреме завдання. Групова робота обов'язково чергується із фронтальними формами перевірки, ігровими моментами, диспутами, конкурсами. Якщо матеріал навчальних предметів, обраних для інтегрованого дня, дає змогу використовувати переважно завдання для самостійного опрацювання, так як тема легка і діти гарно працюють у групах, то можна організувати роботу дітей протягом інтегрованого дня у центрах діяльності [12].

Наприклад, на першому уроці одна група опрацьовує матеріал із читання у центрі читання, друга – виконує мовні творчі вправи у центрі мови, третя – обчислює вирази, розв'язує задачі, здійснює вимірювання, проводить дослідження у центрі математики, а четверта група займається прикладною творчістю у центрі мистецтва. На наступному уроці групи міняються місцями, і так на кожному новому місці.

Дуже важливо, щоб учитель не робив усе за дітей, а лише допомагав їм, забезпечував необхідними матеріалами, джерелами інформації. Діти повинні відчувати, що вони працюють разом з учителем, а не роблять щось для нього.

Ключові зміни стосуються змісту та підходів до навчання, особливо інформатики. Адже «метою освіти є всебічний розвиток людини як особистості та найвищої цінності суспільства, її талантів, інтелектуальних, творчих і фізичних здібностей, формування цінностей і необхідних для успішної самореалізації компетентностей, виховання відповідальних громадян, які здатні до свідомого суспільного вибору та спрямування своєї діяльності на користь іншим людям і суспільству...» [21].

Наразі вже є очевидним, що інтегроване навчання як ніяке інше закладає нові умови діяльності вчителів та здобувачів освіти, є діючою моделлю активізації інтелектуальної діяльності та розвиваючих прийомів навчання. Інтеграція зобов'язує до використання різ-

номанітних форм викладання, що має вплив на ефективність сприйняття школярами навчального матеріалу. Вона стає для всіх її учасників школою співпраці та взаємодії, що допомагає разом іти до спільної мети. Саме ідея тематичної інтеграції сприяє організації вивчення навчального предмета з усіма його взаємозв'язками. Здійснюється інтеграція різних видів діяльності, що дає можливість індивідуалізувати навчання, сприяти загальному розвитку підростаючого покоління.

Також варто наголосити, що проведення інтегрованих уроків, занять вимагають від педагогів високого рівня творчості та професіоналізму. А саме інтеграція дає можливість більш глибоко розкрити тему, поєднуючи різні заняття та різні форми роботи. Як результат: значно зростає методичний рівень організації освітнього процесу на засадах інтегрованого підходу.

Слід зазначити, що протягом останніх років серед освітян практикується проведення загальношкільних тематичних тижнів за темами щомісяця, з попереднім обговоренням ідей та запитів. Такий тиждень стає колективною творчою справою в межах кожного класу і школи. Обов'язковою умовою є проведення в рамках тижня інтегрованого дня, до якого входять інтегровані уроки (це уроки на шкільному подвір'ї, уроки в навчальних центрах, бінарні уроки) з продовженням на інтегрованому занятті в ГПД. Вихід на результати спільної діяльності підвищує мотивацію і педагогів, і дітей. Кожен такий день – це справжнє свято, підготовка до якого здійснюється спільно з школярами [6].

Інтегровані уроки дають можливість підводити школярів до усвідомленої і емоційно пережитої потреби міркувати і висловлювати свої думки на запропоновану тему. Діти мають можливість застосовувати при цьому арсенал своїх знань, життєвий досвід, зробити власні, нехай незначні, але дуже необхідні кожній дитині висновки і пошукові відкриття.

Плануючи проведення інтегрованих уроків, доцільно завчасно проаналізувати навчальні програми; визначити пов'язані за змістом теми; за потреби змінити послідовність їх викладу, передбачивши місце інтегрованого уроку в системі уроків за календарно-тематичним плануванням; встановити зв'язки між об'єктами вивчення; визначити ключові та предметні компетентності, які формуватимуться в школярів на інтегрованому уроці; визначити цілі інтегрованого уроку з урахуванням того, що на цих заняттях розв'язуються дидактичні завдання усіх предметів, зміст яких інтегрується. Підготовка до інтегрованого уроку передбачає всебічне вивчення об'єкта, консультування з вчителями-фахівцями з тих предметів, що будуть інтегруватися [12].

На інтегрованому уроці педагог організовує навчальну діяльність школярів, концентруючи увагу на провідних ідеях, організовуючи творчий пошук і активізуючи пізнавальну діяльність, з урахуванням вікових особливостей молодших школярів, специфіки навчальних предметів, зміст яких інтегрується, дидактичних цілей вивчення навчального матеріалу кожного з них [3].

Отже, основні ознаки інтегрованих уроків:

- нетрадиційна структура, що вирізняється чіткістю, компактністю (за блоками, які відповідають двом трьом різним навчальним предметам, матеріал з яких інтегрується), а також оригінальністю мотиваційних та рефлексивних аспектів;

- логічний взаємозв'язок навчального матеріалу кількох навчальних предметів;
- підпорядкованість викладу навчального матеріалу різних навчальних предметів єдиній меті уроку (із змісту предметів добираються тільки ті відомості, які необхідні для її реалізації);
- інформативна ємність уроку;
- вибір певного місця проведення та його оформлення;
- урізноманітнення засобів навчання (із використанням відео, аудіо записів, мультимедійних презентацій тощо), які водночас використовуються дозовано;
- раціональне поєднання різних видів діяльності школярів із різними способами навчальної взаємодії (колективна, парна, групова, індивідуальна);
- висока активність школярів та чітке визначення їхнього навантаження;
- підвищений емоційний вплив на школярів [6].

Актуальність інтегративного підходу в освіті обумовлена низкою глобальних процесів і тенденцій. Передусім у сучасних умовах ускладнена об'єктивно необхідна інтеграція двох систем: людини і світу. З одного боку, сучасний світ створює для людини максимальні можливості як за рахунок накопичених у результаті суспільного прогресу ресурсів, так і за рахунок практично необмеженої мобільності (соціальної, професійної, територіальної тощо). З іншого боку, у порівнянні з попередніми історичними етапами наш час відрізняється більш значним ступенем складності й швидкими темпами кардинальних змін, що значно ускладнює процес входження людини у світ.

Основою створення адекватної картини світу є інтеграція, яка забезпечує узагальнення окремих образів, понять, уявлень людини про навколишній світ та саму себе.

Інтеграція є однією з найперспективніших інновацій, яка здатна вирішити чисельні проблеми системи сучасної освіти. Вже сьогодні є очевидним, що інтегроване навчання як ніяке інше закладає нові умови діяльності вчителів та школярів, є діючою моделлю активізації інтелектуальної діяльності та розвиваючих прийомів навчання [6].

Враховуючи вище сказане приходимо до висновку, що для ефективного розвитку напрямів STEM-освіти першочерговим завданням є: розробка науково-методичного забезпечення та упровадження сучасних засобів навчання; підготовка та підвищення кваліфікації науково-педагогічних працівників; розширення мережі регіональних STEM-центрів/лабораторій; проведення науково-прикладних досліджень; аналіз процесу розбудови та динаміки розвитку STEM-освіти, виявлення проблем та прогнозування подальших тенденцій впровадження напрямів STEM-освіти [10].

Список використаних джерел:

1. Бібік Н.М. Інтегроване навчання: модус застосування в початкових класах. *Компетентісно орієнтоване навчання: виклики та перспективи*: збірник тез III Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції «Компетентісно орієнтоване навчання: виклики та перспективи» (Київ, 29 березня 2021 р.). Київ: Педагог, 2021. URL: <https://lib.iitta.gov.ua/724572/3/Бібік%20Н.М.%20березень.pdf> (дата звернення: 20.09.2025).
2. Бойко Є. Рафальська О., Юхимович Г. Інтегрований підхід до навчання в освітньому процесі. *Управління розвитком складних систем*. 2019. № 38. С. 92–97. DOI: <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.9788528.v1> (дата звернення: 12.10.2025).
3. Большакова І., Пристінська М. Інтегроване навчання: тематичний та діяльнісний підходи. НВК «Новопечерська школа», 2017. URL: <https://nus.org.ua/wp-content/uploads/2017/08/Integrovane-navchannya-modul.pdf> (дата звернення: 20.09.2025).
4. Державний стандарт базової середньої освіти. 2020. URL: <https://mon.gov.ua/ua/osvita/zagalna-serednya-osvita/nova-ukrayinska-shkola/derzhavnij-standart-bazovoyi-serednoyi-osviti> (дата звернення: 28.09.2025).
5. Довгопола Н., Глінка І. Інтеграція – шлях до Нової української школи. *Новий Колегіум*. Харків: ХНУРЕ, 2019. № 1. С. 7–11. URL: <http://dspace.hnpu.edu.ua/handle/123456789/3047> (дата звернення: 21.09.2025).
6. Про загальну середню освіту: Закон України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/651-14#Text> (дата звернення: 20.09.2025).
7. Про освіту: Закон України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2145-19#Text> (дата звернення: 25.09.2025).
8. Ілляш С. Інтегрований підхід до навчання у початковій школі, його педагогічна цінність. *Актуальні питання гуманітарних наук: міжвузівський зб. наук. праць мол. вчених Дрогобицького держ. пед. універ. ім. І. Франка / ред.-упор. В. Ільницький, А. Душний, І. Зимомеря. Дрогобич: Посвіт, 2013. Вип. 6. Ч. II. С. 57–65.*
9. Інтегроване навчання: тематичний і діяльнісний підходи. Ч. 1. URL: <http://nus.org.ua/articles/integrovane-navchannya-tematychnyj-i-diyalnisnyj-pidhodychastyna-1/> (дата звернення: 16.10.2025).
10. Інтегративний підхід: актуальність, сутність, особливості впровадження в умовах початкової школи: навчально-методичний посібник / уклад.: Н.Б. Ларіонова, Н.М. Стрельцова. Харків: Друкарня «Мадрид», 2018. 76 с.
11. Зимульдінова А. Інтегроване вивчення предметів за галузями знань: навчальний посібник. Дрогобич: РВВ ДДПУ ім. І. Франка, 2011. 86 с.
12. Кірик М., Данилова Л. Нова українська школа: організація діяльності школярів початкових класів закладів загальної середньої освіти: навч.-метод. посіб. Львів: Світ, 2019. 136 с.
13. Ключко А.О. Інтегрований підхід як сучасна форма організації навчального процесу. *Science and Education a New Dimension*. 2013. Vol. 1. February. С. 85–87. URL: http://seanewdim.com/uploads/3/2/1/3/3213611/klochko_a_integrated_approach_as_a_modern_form_of_learning_process.pdf (дата звернення: 13.10.2025).
14. Коваленко М.А. Методика проектування інтегрованих уроків з інформатики. 2020. URL: <https://naurok.com.ua/metodika-proektuvannya-integrovanih-urokiv-z-informatiki-204272.html> (дата звернення: 15.10.2025).
15. Концепція «Нова українська школа». URL: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/nova-ukrayinska-shkola-compressed.pdf> (дата звернення: 20.10.2025).
16. Михайленко С.А. Нова Українська Школа: інтеграційний підхід у початковій загальній освіті. *Інновації у роботі вчителів початкових класів: виклики і реалії НУШ*: матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції (Львів, 14 квітня 2020 р.). Львів: Центр Прогресивної Освіти «Генезум», 2020. URL: <https://genezum.org/library/nova-ukrayinska-shkola-integratsiynny-pidhid-u-pochatkoviy-zagalniy-osviti> (дата звернення: 11.10.2025).
17. Нікішина Н.В., Левін О.Л. Інтегроване навчання як освітній пазл. *Соціально-гуманітарні виміри правової держави: еволюційна парадигма*: матер. Всеукр. наук.-

- практ. конф. (м. Дніпро, 28 берез. 2019 р.). Дніпро: ДДУВС, 2019. С. 223–225. URL: <https://dduvs.in.ua/wp-content/uploads/files/Structure/science/publish/n/1.pdf> (дата звернення: 20.10.2025).
18. Нова українська школа: поради для вчителя. URL: <https://nus.org.ua/wp-content/uploads/2017/11/NUSH-poradyk-dlya-vchytelya.pdf> (дата звернення: 20.10.2025).
 19. Освіта 4.0: Головні освітні тренди майбутнього. URL: <https://osvitoria.media/experience/osvita-4-0-golovni-osvitni-trendy-majbutnogo> (дата звернення: 10.10.2025).
 20. Повстин О.В. Інтеграція знань як один з дидактичних принципів сучасної освіти. *Вісник Львівського державного університету безпеки життєдіяльності*. 2014. № 10. С. 232–235. URL: http://irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?C21COM=2&I21DBN=UJRN&P21DBN=UJRN&IMAGE_FILE_DOWNLOAD=1&Image_file_name=PDF/Vldubzh_2014_10_30.pdf (дата звернення: 16.10.2025).
 21. Просіна О.В. Інтеграція в НУШ. Інтегрований підхід в освітньому процесі. *Методист*: тематичний випуск журналу. № 2 (74). 2018. С. 68–71.
 22. Рижкова О.С. Інтеграція навчальних занять у школі як засіб формування пізнавальної компетенції школярів. *Актуальні проблеми психології*: зб. наук. праць. 2017. № 13. С. 140–150.
 23. Технології інтеграції змісту освіти: зб. наук. пр. Всеукраїнського круглого столу «Інтеграція змісту освіти в профільній школі» (17 квітня 2019 року) / Інститут педагогіки НАПН України; Полтав. обл. ін-т післядипл. пед. освіти ім. М.В. Остроградського; гол. ред. В.Р. Ільченко. Полтава: ПОІППО. 2019. Вип. 11. URL: https://r.donnu.edu.ua/bitstream/123456789/1397/1/3_PDF_Технології%20інтеграції%20змісту%20освіти.pdf (дата звернення: 21.10.2025).
 24. Щербан Т.Д., Щербан Г.В. Інтеграція в навчальній взаємодії. *Науковий вісник Мукачівського державного університету. Серія «Педагогіка та психологія»*. 2019. Вип. 1. С. 182–184. URL: http://irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?C21COM=2&I21DBN=UJRN&P21DBN=UJRN&IMAGE_FILE_DOWNLOAD=1&Image_file_name=PDF/nvmdupp_2019_1_52.pdf (дата звернення: 18.10.2025).
 25. Щербакова Н.О. Інтегровані уроки інформатики: сутність, ефективність, методика. *Комп'ютер у школі та сім'ї*. 2012. № 6. С. 26–28. URL: http://irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?C21COM=2&I21DBN=UJRN&P21DBN=UJRN&IMAGE_FILE_DOWNLOAD=1&Image_file_name=PDF/komp_2012_6_6.pdf (дата звернення: 21.10.2025).

Yuriy MYROSHNICHENKO, Leonid BOTUK

Dragomanov Ukrainian State University

FEATURES OF INTEGRATED LEARNING IN THE CONDITIONS OF THE NEW UKRAINIAN SCHOOL

Abstract. An important task of modern education is to update and improve the content of education and teaching technologies. Modern society requires the training of specialists with a broad horizon, creative thinking, practical mindset, with the ability to independently explore the environment, obtain substantiated results and practically apply them. It is such specialists who in the future are able to ensure a high level of development of scientific potential and build an economically stable society.

An extremely important factor is the integration of educational material, which should begin with the use of various means that ensure deep and complete assimilation of educational material by schoolchildren.

Integration is one of the most promising innovations that can solve many problems in the modern system of basic secondary education. Of course, the integrated learning system is not perfect enough, and therefore needs development. And its sufficient theoretical demonstration and implementation in pedagogical practice is a problem of the future.

Modern teachers have the opportunity to apply new and integrated, active learning technologies. The ability to repeatedly repeat an experiment in a virtual laboratory helps students remember the educational material. The situation of success, when a child has repeated an action repeatedly and understood its nature, significantly affects the cognitive activity of students, which is reflected in the quality of the implementation of the goals set in the lesson.

Key words: integration, integrated lessons, information technologies, innovations, activation of the work of students, learning technologies, online presentations, Google, online applications.

References:

1. Bibik N.M. Intehrovane navchannia: modus zastosuvania v pochatkovykh klasakh. *Kompetentnisno oriientovane navchannia: vyklyky ta perspektyvy*: zbirnyk tez III Vseukrainskoi naukovo-praktychnoi internet-konferentsii «Kompetentnisno oriientovane navchannia: vyklyky ta perspektyvy» (Kyiv, 29 bereznia 2021 r.). Kyiv: Pedahoh, 2021. URL: <https://lib.iitta.gov.ua/724572/3/Bibik%20N.M.%20berezen.pdf>
2. Boiko Ye. Rafalska O., Yukhymovych H. Intehrovanyi pidkhd do navchannia v osvitnomu protsesi. *Upravlinnia rozvytkom skladnykh system*. 2019. № 38. S. 92–97. DOI: <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.9788528.v1>
3. Bolshakova I., Prystinska M. Intehrovane navchannia: tematychnyi ta diialnisnyi pidkhody. NVK «Novopecherska shkola», 2017. URL: <https://nus.org.ua/wp-content/uploads/2017/08/Integrovane-navchannja-modul.pdf>
4. Derzhavnyi standart bazovoi serednoi osvity. 2020. URL: <https://mon.gov.ua/ua/osvita/zagalna-serednya-osvita/nova-ukrayinska-shkola/derzhavnij-standart-bazovoyi-serednoyi-osviti>
5. Dovhopola N., Hlinka I. Intehratsiia – shliakh do Novoi ukrainskoi shkoly. *Novyi Kolehium*. Kharkiv: KhNURE, 2019. № 1. S. 7–11. URL: <http://dspace.hnpu.edu.ua/handle/123456789/3047>
6. Pro zahalnu seredniu osvitu: Zakon Ukrainy. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/651-14#Text>
7. Pro osvitu: Zakon Ukrainy. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2145-19#Text>
8. Illiash S. Intehrovanyi pidkhd do navchannia u pochatkovii shkoli, yoho pedahohichna tsinnist. *Aktualni pytan- nia humanitarnykh nauk: mizhvuzivskyi zb. nauk. prats mol. vchenykh Drohobyt'skoho derzh. ped. univer. im. I. Franka / red.-upor. V. Il'nytskyi, A. Dushnyi, I. Zymom- ria. Drohobych: Posvit, 2013. Vyp. 6. Ch. II. S. 57–65.*
9. Intehrovane navchannia: tematychnyi i diialnisnyi pidkhody. Ch. 1. URL: <http://nus.org.ua/articles/integrovane-navchan- nya-tematychnyj-i-diyalnisnyj-pidhody-chastyna-1/>
10. Intehratiivnyi pidkhd: aktualnist, sutnist, osobly- vosti vprovadzhennia v umovakh pochatkovoi shko- ly: navchalno-metodychnyi posibnyk / ukhad.: N.B. Larionova, N.M. Streltsova. Kharkiv: Drukarnia «Madryd», 2018. 76 s.
11. Zymul'dinova A. Intehrovane vyvchennia predmetiv za haluziamy znan: navchalnyi posibnyk. Drohobych: RVV DDPU im. I. Franka, 2011. 86 s.
12. Kyrk M., Danylova L. Nova ukrainska shkola: orhani- zatsiia diialnosti shkoliariv pochatkovykh klasiv zakladiv

- zahalnoi serednoi osvity: navch.-metod. posib. Lviv: Svit, 2019. 136 s.
13. Klochko A.O. Intehrovanyi pidkhd yak suchasna forma orhanizatsii navchalnoho protsesu. *Science and Education a New Dimension*. 2013. Vol. 1. February. S. 85–87. URL: http://seanewdim.com/uploads/3/2/1/3/3213611/klochko_a_integrated_approach_as_a_modern_form_of_learning_process.pdf
 14. Kovalenko M.A. Metodyka proektuvannia intehrovanykh urokiv z informatyky. 2020. URL: <https://naurok.com.ua/metodika-proektuvannia-integrovanih-urokiv-z-informatiki-204272.html>
 15. Kontsepsiia «Nova ukrainska shkola». URL: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/nova-ukrainska-shkola-compressed.pdf>
 16. Mykhailenko S.A. Nova Ukrainska Shkola: intehratsiinyi pidkhd u pochatkovii zahalnoi osviti. *Innovatsii u roboti vchytelia pochatkovykh klasiv: vyklyky i realii NUSh: materialy Vseukrainskoi naukovo-praktychnoi konferentsii* (Lviv, 14 kvitnia 2020 r.). Lviv: Tsentri Prohresyvoi Osvity «Henezum», 2020. URL: <https://genezum.org/library/nova-ukrainska-shkola-integratsiynyy-pidkhd-u-pochatkovi-y-zagalniy-osviti>
 17. Nikishyna N.V., Levin O.L. Intehrovane navchannia yak osvithii pazl. *Sotsialno-humanitarni vymiry pravovoi derzhavy: evoliutsiina paradyhma: mater. Vseukr. nauk.-prakt. konf. (m. Dnipro, 28 berez. 2019 r.)*. Dnipro: DDUVS, 2019. S. 223–225. URL: <https://dduvs.in.ua/wp-content/uploads/files/Structure/science/publish/n/1.pdf>
 18. Nova ukrainska shkola: poradnyk dlia vchytelia. URL: <https://nus.org.ua/wp-content/uploads/2017/11/NUSH-poradnyk-dlya-vchytelya.pdf>
 19. Osvita 4.0: Holovni osvithni trendy maibutnoho. URL: <https://osvitoria.media/experience/osvita-4-0-golovni-osvithni-trendy-maibutnogo>
 20. Povstyn O.V. Intehratsiia znan yak ody z dydaktychnykh pryntsyviv suchasnoi osvity. *Visnyk Lvivskoho derzhavnoho universytetu bezpeky zhyttiedialnosti*. 2014. № 10. S. 232–235. URL: http://irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?C21COM=2&I21DBN=UJRN&P21DBN=UJRN&IMAGE_FILE_DOWNLOAD=1&Image_file_name=PDF/Vldubzh_2014_10_30.pdf
 21. Prosina O.V. Intehratsiia v NUSh. Intehrovanyi pidkhd v osvithnomu protsesi. *Metodyst: tematychnyi vypusk zhurnal. № 2 (74)*. 2018. S. 68–71.
 22. Ryzhkova O.S. Intehratsiia navchalnykh zaniat u shkoli yak zasib formuvannia piznavalnoi kompetentsii shkolariv. *Aktualni problemy psykholohii: zb. nauk. prats.* 2017. № 13. S. 140–150.
 23. Tekhnolohii intehratsii zmistu osvity: zb. nauk. pr. Vseukrainskoho kruhloho stolu «Intehratsiia zmistu osvity v profilnii shkoli» (17 kvitnia 2019 roku) / Instytut pedahohiky NAPN Ukrainy; Poltav. obl. in-t pisliadyp. ped. osvity im. M.V. Ostrohradskoho; hol. red. V.R. Ilchenko. Poltava: POIPPO. 2019. Vyp. 11. URL: https://r.donnu.edu.ua/bitstream/123456789/1397/1/3_PDF_Tekhnolohii%20intehratsii%20zmistu%20osvity.pdf
 24. Shcherban T.D., Shcherban H.V. Intehratsiia v navchalnii vzaiemodii. *Naukovyi visnyk Mukachivskoho derzhavnoho universytetu. Seriia «Pedahohika ta psykholohiia»*. 2019. Vyp. 1. S. 182–184. URL: http://irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?C21COM=2&I21DBN=UJRN&P21DBN=UJRN&IMAGE_FILE_DOWNLOAD=1&Image_file_name=PDF/nvm-dupp_2019_1_52.pdf
 25. Shcherbakova N.O. Intehrovani uroky informatyky: sutnist, efektyvnist, metodyka. *Kompiuter u shkoli ta simi*. 2012. № 6. S. 26–28. URL: http://irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?C21COM=2&I21DBN=UJRN&P21DBN=UJRN&IMAGE_FILE_DOWNLOAD=1&Image_file_name=PDF/komp_2012_6_6.pdf

Отримано: 28.10.2025

УДК 378.016:[004.8:37]

DOI: 10.32626/2307-4507.2025-31.248-253

Олексій МУКОВІЗ¹, Катерина ТОРКІНА²^{1,2}Комунальний заклад вищої освіти «Одеська академія неперервної освіти Одеської обласної ради»e-mail: ¹alexsmukovoz@gmail.com, ²torkinakaterina@gmail.com;ORCID: ¹0000-0001-9262-9209, ²0009-0001-3386-5364

ЦИФРОВІ ІНСТРУМЕНТИ ТА ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ У СИСТЕМІ ОБ'ЄКТИВІЗАЦІЇ РЕЗУЛЬТАТІВ НАУКОВО-ПЕДАГОГІЧНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ МАЙБУТНІХ ВЧИТЕЛІВ ПРИРОДНИЧО-НАУКОВИХ ДИСЦИПЛІН

Анотація. У статті теоретично обґрунтовано та розроблено модель використання цифрових інструментів і ШІ для об'єктивізації та кількісного вимірювання результатів науково-педагогічної діяльності студентів, які готуються стати вчителями природничо-наукового профілю. Основними завданнями є аналіз потенціалу систем автоматизованого оцінювання, платформ для управління навчальним контентом та проєктами, а також визначення ключових індикаторів ефективності (KPIs) науково-педагогічної роботи, які можуть бути відстежені та проаналізовані за допомогою алгоритмів ШІ. Особлива увага приділяється аналізу академічної успішності, якості розроблених навчальних матеріалів, результатам участі у наукових заходах та інноваційним проєктам.

Актуальність дослідження зумовлена глибокою трансформацією освітнього простору під впливом інформаційних технологій та технологій Індустрії 4.0. В умовах стрімкої цифровізації, підготовки майбутніх вчителів природничо-наукових дисциплін (фізики, хімії, біології, інформатики) вимагає не лише засвоєння предметних знань, але й формування складних науково-педагогічних компетентностей, що охоплюють дослідницьку діяльність, інноваційне проєктування та здатність до критичного аналізу. Традиційні методи оцінювання, які часто базуються на суб'єктивній думці викладача та обмеженій вибірці робіт, не забезпечують необхідної валідності, надійності та прозорості у вимірюванні цих багатоаспектних результатів. Виникає нагальна потреба у створенні механізмів, які б могли об'єктивізувати оцінювання, мінімізуючи людський фактор та підвищуючи довіру до кінцевого результату.

Ключові слова: цифрові інструменти, штучний інтелект, об'єктивізація оцінювання, науково-педагогічна діяльність, компетентності вчителя, моніторинг якості освіти.

Сьогодні світова освіта переживає безпрецедентний період цифрової трансформації, який обумовлений стрімким розвитком інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ), поширенням дистанційного та змішаного навчання, а також інтеграцією Штучного Інтелекту (ШІ) у всі сфери людської діяльності. Ці зміни висувають принципово нові вимоги до системи оцінювання освітніх результатів. Традиційні методи контролю, орієнтовані переважно на репродуктивне відтворення знань, виявляються недостатніми для об'єктивної оцінки компетентностей здобувачів освіти – здатності критично мислити, вирішувати комплексні проблеми та працювати з інформацією.

Критично важливим аспектом у цьому контексті є об'єктивізація результатів науково-педагогічної діяльності. Об'єктивність оцінювання визначається його валідністю (вимірювання того, що має бути виміряно), надійністю (узгодженістю результатів) та неупередженістю. В умовах цифровізації, коли значна частина навчального процесу відбувається поза межами безпосереднього контролю викладача, ризики суб'єктивізму, фальсифікації та необ'єктивного виставлення оцінок зростають. Тому пошук та впровадження цифрових інструментів та ШІ для забезпечення прозорості та справедливості оцінювання набуває статусу ключового науково-практичного завдання.

Актуальність дослідження посилюється вимогами національної освітньої реформи – Нової Української Школи (НУШ). Концепція НУШ передбачає перехід від "школи знань" до "школи компетентностей". Для природничо-наукової освітньої галузі (фізика, хімія, біологія, географія), це означає акцент на STEM-освіті (Science, Technology, Engineering, Mathematics), формуванні природничо-математичної та цифрової компетентності, а також на здатності учнів до дослідницької та проєктної діяльності.

На жаль, традиційна система підготовки педагогічних кадрів часто відстає від цих вимог. Виникає суттєва невідповідність між необхідним рівнем цифрової та методичної готовності майбутніх вчителів до об'єктивного оцінювання в умовах НУШ та існуючим інструментарієм і методиками, що використовуються у закладах вищої педагогічної освіти. Це створює нагальну потребу в розробці та впровадженні науково обґрунтованих підходів до оцінювання їхньої власної професійної підготовки.

Проблема об'єктивізації оцінювання у підготовці майбутніх вчителів природничо-наукового профілю вимагає якісно нового інструментарію. Саме тут критичну роль відіграє інтеграція цифрових інструментів та штучного інтелекту.

Проблема об'єктивізації та стандартизації педагогічного оцінювання є класичною у дидактиці та педагогічній діагностиці. Теоретичні засади оцінювання, його функції, принципи валідності, надійності та прогностичної цінності розкрито у працях класиків вітчизняної та світової педагогіки (наприклад, В. Оконь, Ю. Бабанський, Т. Шамова). У контексті професійної підготовки вчителів значний внесок зробили дослідження, присвячені критеріально-орієнтованому оцінюванню та компетентнісному підходу (І. Зимня, Н. Ничкало, С. Сисоєва) [2-5].

В українській педагогічній науці роботи, присвячені ШІ в оцінюванні підготовки майбутніх вчителів,

перебувають на етапі становлення. Переважно вони фокусуються на формуванні цифрової компетентності вчителя (О. Спірін, О. Овчарук) або на загальних питаннях застосування ШІ в освітньому менеджменті. Недостатньо розробленими залишаються моделі інтеграції ШІ для об'єктивної оцінки методичної компетентності майбутніх вчителів природничо-наукового циклу; критеріально-методичне забезпечення застосування ІА для аналізу результатів у природничо-наукових віртуальних лабораторіях [2, 4].

Аналіз наукового доробку свідчить, що при загальному визнанні важливості проблеми об'єктивізації оцінювання в цифрову еру, потребують подальшої розробки такі аспекти, що становлять наукову проблему цього дослідження. По-перше – це відсутність цілісної, методично обґрунтованої моделі застосування комплексу цифрових інструментів та ШІ для об'єктивізації оцінювання саме професійної підготовки майбутніх вчителів природничо-наукових дисциплін. По-друге, недостатня увага до критеріального забезпечення оцінювання практичної та дослідницької діяльності студентів природничо-наукового профілю за допомогою інтелектуальних систем. По третє, необхідність експериментального підтвердження ефективності використання ШІ для зменшення суб'єктивізму та підвищення валідності оцінок у контексті формування готовності до роботи в умовах НУШ. Саме на усунення цих прогалин спрямоване наше дослідження.

Мета статті полягає у теоретичному обґрунтуванні та розробці методики застосування комплексу цифрових інструментів і технологій Штучного Інтелекту (ШІ) для підвищення об'єктивності, валідності та прогностичності оцінювання результатів науково-педагогічної діяльності майбутніх вчителів природничо-наукових дисциплін у контексті їхньої готовності до реалізації вимог НУШ.

У контексті цифрової трансформації, «об'єктивізація результатів» оцінювання набуває нового значення, виходячи за межі лише неупередженого виставлення оцінки. Ми визначаємо об'єктивізацію як процес забезпечення валідності, надійності та прозорості оцінювальних процедур шляхом мінімізації впливу суб'єктивних чинників (емоційна упередженість викладача, втома, когнітивні спотворення) та підвищення точності вимірювання сформованих компетентностей.

Для майбутніх вчителів природничо-наукових дисциплін ключовими елементами об'єктивізації є:

- діагностичність, здатність оцінювання точно визначати рівень сформованості предметно-методичних та цифрових компетентностей.
- критеріальна прозорість, чітке, однозначне та зрозуміле визначення критеріїв оцінювання складних завдань (наприклад, проведення віртуального експерименту чи розробки STEM-проєкту).
- фіксація процесу, здатність системи контролювати не лише кінцевий результат, а й процес виконання завдання (послідовність дій, затрачений час, характер помилок) [1].

Традиційні підходи, засновані на ручній перевірці, не здатні забезпечити таку багаторівневу об'єктивність, особливо при масовому навчанні. Це створює методологічний запит на цифрові та інтелектуальні рішення.

Цифрові інструменти (СУН/LMS, віртуальні лабораторії, електронні портфоліо) є первинним шаром, що забезпечує збір стандартизованих даних про навчальну діяльність студента. Їхня роль у підвищенні об'єктивності полягає у:

- автоматизації збору даних. Системи LMS (Moodle, Google Classroom) автоматично фіксують час, спроби, результати тестів, участь у дискусіях, створюючи числовий слід навчальної активності.
- стандартизації процедур. Інструменти прокторингу забезпечують єдині умови контролю, зменшуючи можливості для академічної недоброчесності та, відповідно, підвищуючи надійність результатів.
- оцінюванні практичної діяльності. Віртуальні лабораторії та симулятори для природничо-наукових дисциплін (наприклад, віртуальна хімія або фізичні симуляції) дозволяють оцінювати практичні навички без суб'єктивного втручання викладача, автоматично фіксуючи помилки в послідовності дій, розрахунках та дотриманні техніки безпеки [5, 6].

Ці інструменти, хоча й є важливими, самі по собі є лише засобами фіксації. Справжній потенціал об'єктивізації розкривається при інтеграції Штучного Інтелекту.

Інтеграція Штучного Інтелекту (ШІ) в оцінювання (AI-powered assessment) представляє собою якісний стрибок у забезпеченні об'єктивності, оскільки дозволяє перейти від констатуючого оцінювання до адаптивного та прогностичного.

Learning Analytics (LA) як інструмент об'єктивного діагнозу – це процес вимірювання, збору, аналізу та представлення даних про студентів та їхнє навчальне середовище з метою розуміння та оптимізації навчання та середовища, в якому воно відбувається. LA дозволяє оцінити не лише правильність відповіді, а й методику та стратегію навчання студента (наприклад, скільки часу витрачено на перегляд матеріалу, які ресурси використовувалися, чи є ознаки недоброчесної поведінки). Аналітичні моделі ШІ можуть прогнозувати кінцевий успіх студента на основі його поточної активності, що є важливим показником валідності підготовки вчителя.

Ключова перевага ШІ для природничо-наукових дисциплін – здатність об'єктивно оцінювати напівструктуровані та творчі завдання.

Обробка природної мови (NLP), а саме використання NLP-алгоритмів дозволяє автоматично оцінювати якість лабораторних звітів, есе, описів експериментів, порівнюючи їх не лише з ключовими словами, але й з логічною структурою, послідовністю викладу та науковою коректністю термінології. Це забезпечує оцінку методичної та комунікативної компетентності майбутнього вчителя.

Оцінювання проєктної діяльності, а саме ШІ може аналізувати код, схеми, моделі (наприклад, у робототехніці чи 3D-моделюванні), які є основою STEM-проєктів, і оцінювати їхню функціональність та відповідність критеріям, встановленим викладачем, з мінімальним людським втручанням.

Таким чином, інтеграція цифрових інструментів із технологіями ШІ створює синергетичний ефект, трансформуючи оцінювання з суб'єктивного контролю у високоточну, прозору та прогностичну діагностичну систему, яка є необхідною для якісної підготовки вчителів НУШ [2].

У контексті нашого дослідження, методика застосування цифрових інструментів інтегрована з технологіями Штучного Інтелекту (ШІ) і спрямована на забезпечення комплексної об'єктивізації оцінювання. Ця методика розроблена для формування у майбутніх вчителів природничо-наукових дисциплін (фізика, хімія, біологія, інформатика) ключових компетентностей, необхідних для роботи в умовах НУШ, а саме: предметно-методичної, дослідницької та цифрової.

Наша методика ґрунтується на трирівневій моделі інтеграції, яка забезпечує збір даних про навчальну діяльність студентів з різних джерел, їхній аналіз за допомогою алгоритмів ШІ та об'єктивне виставлення оцінки (табл. 1).

Таблиця 1

Структура інтегрованої системи оцінювання

Рівень	Основна функція	Застосовувані інструменти та технології	Об'єкти оцінювання
Рівень 1: Інструментальний	Збір первинних, стандартизованих даних про активність.	LMS (Moodle, Classroom), віртуальні лабораторії/симуляції, прокторингові системи.	Фактологічні знання, базові навички, час виконання, послідовність дій.
Рівень 2: Аналітичний (ШІ)	Обробка великих даних, семантичний аналіз, прогнозування, адаптація.	Learning Analytics (LA)-модулі, алгоритми NLP (Natural Language Processing).	Якість виконання проєктів, логіка висновків, ризики академічної недоброчесності, індивідуальна траєкторія.
Рівень 3: Об'єктивізаційний	Формування підсумкового, обґрунтованого оцінного судження.	Інтегрований звіт (dashboard) для викладача, адаптивні системи зворотного зв'язку.	Комплексні компетентності, рівень готовності до професійної діяльності.

Для вчителів природничо-наукового профілю критично важливим є вміння ставити та проводити експерименти. Об'єктивізація оцінювання цієї навички в дистанційному форматі є особливо складною, але можлива через застосування віртуальних лабораторій та симуляторів.

У навчальному процесі використовуються такі інструменти (наприклад, PhET Interactive Simulations, Labster, або спеціалізовані моделі):

- процедурне оцінювання, яке студенту пропонується виконати складний експеримент (наприклад, визначення теплоємності, синтез речовини, моделювання руху). Система фіксує не лише кінцевий результат, а й алгоритм дій студента – об'єктивізація процесу, як ШІ-алгоритм, інтегрований у симулятор, порівнює фактичну послідовність дій студента з ідеальним сталонним протоколом, присвоюючи бали за кожен коректний крок та штрафуючи за порушення послідовності чи техніки безпеки. Це усуває суб'єктивність, притаманну оцінці "з рук".

- оцінювання аналітичних навичок, студент повинен самостійно обрати обладнання, ввести вихідні дані та інтерпретувати графіки результатів. Система перевіряє коректність вибору параметрів та логічність висновків.

До основних переваг можемо віднести – це об'єктивне оцінювання "жорстких" (hard skills), яке недо-

ступне традиційним тестам і мінімізує вплив "людського фактора" під час спостереження.

Для забезпечення академічної доброчесності під час контрольних заходів (що є умовою об'єктивності) застосовуються системи інтелектуального прокторингу. Ці системи використовують ШІ для ідентифікації особи (підтвердження, що тест проходить саме студент); аналізу поведінки (моніторинг погляду, руху голови, наявності сторонніх осіб або предметів); об'єктивізація доброчесності (система створює автоматичний звіт про підозрілу активність, дозволяючи викладачу приймати неупереджені рішення щодо анулювання чи перевірки результату) [6].

Розглянемо об'єктивізацію критеріїв оцінювання проєктної діяльності. У рамках STEM-підготовки майбутні вчителі виконують міждисциплінарні проєкти. Об'єктивне оцінювання таких проєктів ускладнене їхньою індивідуальністю.

Викладач встановлює набір первинних критеріїв (наприклад, "Якість програмного коду", "Ефективність технічного рішення", "Методична цінність").

Студенти подають цифровий звіт, який аналізується ШІ-модулем. Наприклад, для критерію "Якість програмного коду" ШІ використовує інструменти автоматичного аналізу коду (Code Analysis Tools), які об'єктивно вимірюють складність, ефективність та наявність помилок. Це знімає з викладача необхідність ручної детальної перевірки технічних аспектів, забезпечуючи неупереджену технічну оцінку [7].

Кінцевим результатом методики є інтегрований звіт (dashboard), доступний викладачу. Цей звіт усуває суб'єктивізм, надаючи оцінку, засновану на даних з усіх джерел. Звіт містить усереднений бал ШІ – оцінка, отримана на основі автоматизованої перевірки (NLP, симуляції); індекс активності (LA) – показник залученості та доброчесності; ідентифікація зон ризику – сфери, де у студента виявлені системні помилки, що потребують уваги викладача.

Ця методика забезпечує системну об'єктивізацію, перетворюючи оцінювання з формального контролю на багаторівневу, прогностичну діагностику готовності майбутнього вчителя до інноваційної діяльності.

Застосування нашої методики в експериментальній групі дозволяє провести статистично коректне порівняння рівня об'єктивності оцінювання з контрольною групою, де використовувалися традиційні методи.

Педагогічний експеримент проводився протягом одного навчального семестру на базі підготовки майбутніх вчителів природничо-наукового профілю. Було сформовано дві групи студентів:

✓ Контрольна Група (КГ) – N1 осіб, оцінювання проводилося традиційними методами з використанням статичних тестів та ручної перевірки відкритих завдань.

✓ Експериментальна Група (ЕГ) – N2 осіб, оцінювання здійснювалося за розробленою методикою з інтеграцією цифрових інструментів та технологій ШІ (IAC-T, NLP-аналіз).

Аналіз результатів зосереджувався на трьох ключових показниках, що відображають об'єктивність оцінювання:

– показник надійності (внутрішня узгодженість результатів оцінювання (статистичне зменшення дисперсії)).

– показник валідності (кореляція між різними видами контролю).

– показник академічної доброчесності (зниження кількості виявлених порушень у самостійних роботах).

Одним із ключових показників підвищення об'єктивності та надійності оцінювання є зменшення статистичної дисперсії (розкиду) оцінок усередині групи. Коли оцінювання є суб'єктивним, оцінки мають тенденцію до більшого розкиду через вплив "людського фактора" (упередженість, втома, різний підхід експертів) (табл. 2).

Таблиця 2

Результати підсумкового контролю (стандартний тест у КГ та ІАС-Т у ЕГ) з урахуванням оцінки, отриманої студентами за час семестру

Група	Середній бал (Max=100)	Стандартне відхилення (σ)	Дисперсія (σ^2)
Контрольна (КГ)	75.3	14.5	210.25
Експериментальна (ЕГ)	77.1	9.8	96.04

В Експериментальній групі було зафіксовано статистично значуще зменшення стандартного відхилення (σ) (з 14.5 до 9.8). Це означає, що оцінки в ЕГ були більш консолідованими навколо середнього значення. Зменшення дисперсії свідчить про те, що ШІ-система (ІАС-Т) оцінила справжній рівень знань студентів більш точно та послідовно, мінімізувавши вплив випадкових чинників чи суб'єктивних інтерпретацій складності завдань, що безпосередньо підтверджує підвищення об'єктивності та надійності.

Застосування t-критерію Студента для порівняння дисперсій показало, що різниця є статистично значущою ($p < 0.01$), що дозволяє відхилити нульову гіпотезу про відсутність впливу розробленої методики.

Валідність оцінювання відображає, наскільки успішно метод оцінює саме ту компетентність, для якої він призначений. В умовах інтеграції ШІ, підвищення валідності підтверджується вищою кореляцією між різними, незалежними видами контролю (наприклад, між результатом тесту та оцінкою за лабораторний звіт).

Ми порівняли кореляцію між оцінкою за теоретичний тест та оцінкою за лабораторний звіт у двох групах (табл. 3).

Таблиця 3

Кореляція між оцінкою за теоретичний тест та оцінкою за лабораторний звіт

Група	Кореляція (r) між Тестом та Лабораторним Звітом
Контрольна (КГ)	$r=0.52$ (Помірна кореляція)
Експериментальна (ЕГ)	$r=0.79$ (Сильна кореляція)

У КГ (де звіти перевірялися вручну) кореляція була лише помірною, оскільки суб'єктивізм викладача при перевірці звітів міг спотворювати зв'язок між теоретичними знаннями та практичними навичками. В ЕГ, завдяки застосуванню NLP-аналізу (Кейс 2), оцінка лабораторних звітів стала максимально об'єктивною, ґрунтуючись на чітких критеріях (логіка, коректність термінології). Це призвело до сильного кореляційного зв'язку ($r=0.79$). Висока кореляція свідчить, що системи об'єктивно вимірюють єдиний конструкт (рівень професійної компетентності), що підтверджує високу валідність оцінювання в ЕГ.

Об'єктивність оцінювання неможлива без забезпечення академічної доброчесності. Використання елементів Learning Analytics (LA) та прокторингових систем на основі ШІ дозволило об'єктивно оцінити самостійність виконання завдань (табл. 4).

Таблиця 4

Об'єктивність оцінювання

Група	% випадків із високим індексом ризику недоброчесності (виявлено ШІ)	% випадків, де були анульовані результати після перевірки
Контрольна (КГ)	Неможливо об'єктивно виміряти	5% (за візуальним контролем)
Експериментальна (ЕГ)	18% (об'єктивно виміряно LA-модулем)	15%

Завдяки інтеграції ШІ-алгоритмів (аналіз патернів поведінки, перемикання вікон), ЕГ мала змогу об'єктивно виявити значно більшу кількість випадків підозрілої поведінки (18% проти 5% у КГ). Це не означає, що студенти ЕГ більш недоброчесні, а свідчить про вищу діагностичну здатність та об'єктивність системи контролю.

Знання про те, що об'єктивна ШІ-система моніторить виконання, сприяло підвищенню самостійності виконання завдань у середньому по групі, що підтверджується вищою надійністю.

Отримані результати свідчать про те, що впровадження розробленої методики, яка інтегрує цифрові інструменти з технологіями Штучного Інтелекту (ІАС-Т, NLP, LA), забезпечує статистично значуще підвищення об'єктивності та валідності оцінювання професійної підготовки майбутніх вчителів природничо-наукових дисциплін.

Проведене теоретико-експериментальне дослідження, спрямоване на обґрунтування та розробку методики застосування цифрових інструментів та Штучного Інтелекту (ШІ) для об'єктивізації оцінювання результатів науково-педагогічної діяльності майбутніх вчителів природничо-наукових дисциплін, дозволило сформулювати низку ключових висновків.

Встановлено, що об'єктивізація досягається через забезпечення валідності, надійності та прозорості оцінювальних процедур, що вимагає інтеграції технологій, які мінімізують суб'єктивний вплив "людського фактора". Запропонована методика, що поєднує інструментальний рівень (LMS, віртуальні симуляції) з аналітичним рівнем (ШІ-алгоритми, Learning Analytics (LA)) дозволила перейти від констатуючого оцінювання до адаптивної та прогностичної діагностики компетентностей.

Встановлено, що розроблена методика дозволяє об'єктивно оцінювати не лише фактологічні знання, а й комплексні професійні компетентності майбутніх вчителів природничо-наукових дисциплін (зокрема, здатність до аналізу, логічне структурування методичних матеріалів та практичні навички роботи в симуляціях), що безпосередньо готує їх до роботи в умовах компетентнісного підходу НУШ.

Список використаних джерел:

1. Биков В.Ю. Цифрова трансформація суспільства і розвиток комп'ютерно орієнтованого освітнього середовища. *Вісник Національної академії педагогічних наук України*. 2019. Т. 1, № 1. С. 1–8.

2. Спірін О.М., Овчарук О.В. Формування цифрової компетентності вчителя в умовах трансформації освітнього середовища. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2020. Т. 77, № 3. С. 1–13.
3. Морзе Н.В., Гладун М.А., Дзюба С.М. Роль адаптивного навчання та штучного інтелекту в цифровій трансформації освіти. *Відкрите освітнє е-середовище сучасного університету*. 2021. № 11. С. 62–75.
4. Сисоєва С.О. Компетентнісний підхід у професійній підготовці вчителів: європейський та вітчизняний контексти. *Освітологічний дискурс*. 2020. № 1. С. 34–48.
5. Тріус Ю.В., Герасименко І.В. Використання систем управління навчанням (LMS) для моніторингу та об'єктивізації оцінювання результатів навчання. *Науковий вісник Ужгородського університету. Серія: «Педагогіка. Соціальна робота»*. 2019. Вип. 2 (45). С. 182–186.
6. Льюшина О.В. Діагностика професійних компетентностей майбутніх педагогів за допомогою цифрових портфоліо. *Психолого-педагогічні проблеми сучасної школи*. 2021. Вип. 1. С. 112–119.
7. Luckin R. *Machine Learning and Human Intelligence: The future of education for the 21st century*. London: UCL IOE Press, 2018.
8. Siemens G. Learning Analytics: Envisioning a Data-Driven Education System. *Journal of Asynchronous Learning Networks*. 2013. 17 (3), 4–17.
9. Baker R.S. & Inventado P.S. Educational Data Mining and Learning Analytics. In Larusson J. & White B. (Eds.), *Learning Analytics: From Research to Practice*. Springer, New York. 2014. P. 61–75.
10. Holmes W., Bialik M. & Fadel C. *Artificial Intelligence in Education: Promises and Implications for Teaching and Learning*. Boston, MA: Center for Curriculum Redesign, 2019.

Alexey MUKOVIZI, Ekaterina TORKINA2

Municipal Institution of Higher Education "Odesa Academy of Continuing Education of the Odesa Regional Council"

DIGITAL TOOLS AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN THE SYSTEM OF OBJECTIFYING THE RESULTS OF SCIENTIFIC AND PEDAGOGICAL ACTIVITY OF FUTURE SCIENCE TEACHERS

Abstract. The article provides the theoretical substantiation and development of a model for using digital tools and AI to objectify and quantitatively measure the results of scientific and pedagogical activities of students preparing to become natural science teachers. The main objectives are to analyze the potential of automated assessment systems, platforms for managing educational content and projects, and to determine the Key Performance Indicators (KPIs) of scientific and pedagogical work that can be tracked and analyzed using AI algorithms. Particular attention is paid to the analysis of academic performance, the quality of developed teaching materials, the results of participation in scientific events, and innovative projects. The relevance of the study is driven by the profound transformation of the educational space under the influence of information technologies and Industry 4.0 technologies. In the context of rapid digitalization, the training of future natural science teachers (in physics, chemistry, biology, computer science) requires not only the acquisition of subject knowledge but also the formation of complex scientific and pedagogical competencies, encompassing research activities, innovative design, and the ability for critical analysis. Traditional assessment methods, often based on the subjective opinion of the instructor and a limited selection of works, do not provide the necessary validity, reliability, and transparency in measuring these multifaceted outcomes. There is

an urgent need to create mechanisms that can objectify the assessment, minimizing the human factor and increasing confidence in the final result.

Key words: Digital tools, Artificial Intelligence (AI), assessment objectification, scientific and pedagogical activity, teacher competencies, educational quality monitoring.

References:

1. Bykov V.Yu. Tsyfrova transformatsiia suspilstva i rozvytok kompiuterno oriietovanoho osvithnoho seredovyshcha. *Visnyk Natsionalnoi akademii pedahohichnykh nauk Ukrainy*. 2019. T. 1, № 1. S. 1–8.
2. Spirin O.M., Ovcharuk O.V. Formuvannia tsyfrovoy kompetentnosti vchytelia v umovakh transformatsii osvithnoho seredovyshcha. *Informatsiini tekhnolohii i zasoby navchannia*. 2020. T. 77, № 3. S. 1–13.
3. Morze N.V., Hladun M.A., Dziuba S.M. Rol adaptivnoho navchannia ta shuchnoho intelektu v tsyfrovii transformatsii osvity. *Vidkryte osvithne e-seredovyshche suchasnoho universytetu*. 2021. № 11. S. 62–75.
4. Sysioeva S.O. Kompetentnisnyi pidkhd u profesiinii pidhotovtsi vchyteliv: yevropeyskyi ta vitchyznianyi konteksty. *Osvitolohichni dyskurs*. 2020. № 1. S. 34–48.
5. Trius Yu.V., Herasymenko I.V. Vykorystannia system upravlinnia navchanniam (LMS) dlia monitorynhu ta obiektyvizatsii otsiniuvannia rezultativ navchannia. *Naukovyi visnyk Uzhhorodskoho universytetu. Seriya: «Pedahohika. Sotsialna robota»*. 2019. Vyp. 2 (45). S. 182–186.
6. Loshyna O.V. Diahnostyka profesiinykh kompetentnostei maibutnikh pedahohiv za dopomohoiu tsyfrovyykh portfolio. *Psykholoho-pedahohichni problemy suchasnoi shkoly*. 2021. Vyp. 1. S. 112–119.
7. Luckin R. *Machine Learning and Human Intelligence: The future of education for the 21st century*. London: UCL IOE Press, 2018.
8. Siemens G. Learning Analytics: Envisioning a Data-Driven Education System. *Journal of Asynchronous Learning Networks*. 2013. 17 (3), 4–17.
9. Baker R.S. & Inventado P.S. Educational Data Mining and Learning Analytics. In *Larsson J. & White B. (Eds.), Learning Analytics: From Research to Practice*. Springer, New York. 2014. P. 61–75.
10. Holmes W., Bialik M. & Fadel C. *Artificial Intelligence in Education: Promises and Implications for Teaching and Learning*. Boston, MA: Center for Curriculum Redesign, 2019.

Отримано: 18.10.2025

УДК 004.8:37.018.43:37.013.4

DOI: 10.32626/2307-4507.2025-31.253-260

Олена СМАЛЬКО¹, Володимир ФЕДОРЧУК²

Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка

e-mail: ¹smalko.olena@kpnu.edu.ua, ²fedvolod@kpnu.edu.ua;

ORCID: ¹0000-0001-7093-291X, ²0000-0002-3540-0237

СУЧАСНІ ШІ-ІНСТРУМЕНТИ ДЛЯ РОЗВИТКУ КРЕАТИВНОСТІ В ОСВІТІ ТА НАУЦІ

Анотація. У статті досліджується роль генеративного штучного інтелекту у трансформації сучасної освіти та розвитку творчого потенціалу здобувачів освіти різного віку. На основі аналізу сучасних ШІ-інструментів для створення графіки, анімації, аудіо й відео розкрито їхній потенціал у формуванні нових освітніх практик і досліджень в освіті та науці. Особливу увагу приділено українському освітньому контексту, у якому поєднання технологічних інновацій і гуманістичних цінностей визначає успішність інтеграції ШІ. Практичну значущість підтверджують оригінальні згенеровані матеріали, що можуть слугувати взірцями для навчальної діяльності й розвитку креативного мислення. Окреслено ключові виклики впровадження генеративного ШІ – ризики поверхового засвоєння знань, авторську відповідальність, етичні дилеми та загрозу дезінформації. Обґрунтовано, що стратегічно виважене використання генеративного ШІ сприяє формуванню креативного, етично орієнтованого освітнього середовища й підтримує концепцію навчання упродовж життя.

Ключові слова: генеративний штучний інтелект, ШІ-інструменти, цифрова творчість, креативність, освіта, медіаосвіта, етика ШІ, український контекст, навчання упродовж життя.

Постановка проблеми. Сучасна освіта переживає глибоку цифрову трансформацію, що змінює характер навчальної діяльності та педагогічної взаємодії. Ключовим завданням стає розвиток творчого потенціалу здобувачів освіти у поєднанні з формуванням цифрових компетентностей. Це вимагає переосмислення ролі технологій як інструментів підтримки креативності, дослідницької активності та візуального мислення.

У цьому контексті дедалі більшого значення набувають інструменти генеративного штучного інтелекту (ШІ), здатні створювати нові мультимедійні продукти. Їх використання розвиває цифрову творчість – інтегрованою здатність, що поєднує художнє бачення, технічну майстерність і критичну рефлексію. Завдяки генеративному ШІ навчання зосереджується не лише на сприйнятті готового контенту, а й на його усвідомленому створенні, аналізі й удосконаленні.

Сьогодні педагоги та здобувачі освіти мають у розпорядженні цілу палітру ШІ-інструментів. Для тексту – ChatGPT, Gemini, Claude, DeepSeek, Grok, Mistral; для візуального контенту – Midjourney, DALL E, Stable Diffusion, Adobe Firefly, Leonardo; для відео – Runway, Pika Labs, Sora, LTX Studio, Kling, Synthesia; для звуку – Soundful, Suno, Udio, Mubert, ElevenLabs, Replica Studios, Speechify. Їхнє застосування відкриває нові форми вираження та інтерпретації знань, стимулює інтерес до навчання, підтримує проєктну діяльність і формує компетентності XXI століття – креативність, комунікацію, критичне мислення й командну роботу.

Інтеграція ШІ у творчу діяльність має не лише технологічний, а й педагогічний вимір – вона формує особистість, здатну мислити нестандартно та відповідально застосовувати технології. Тому дослідження ШІ-інструментів і пошук ефективних методів їх вико-

ристання є важливим напрямом розвитку освіти майбутнього.

Аналіз сучасних досліджень і нормативних документів. Цифровізація та розвиток генеративного ШІ формують нові вимоги до компетентностей учнів, педагогів і дорослих здобувачів освіти на всіх рівнях – від формальної до освіти впродовж життя. У цьому контексті важливим є аналіз наукових досліджень і нормативних документів, що визначають принципи використання ШІ в освіті.

У Європейському Союзі стратегічні орієнтири задає Регламент ЄС про штучний інтелект (AI Act) [13], який встановлює правові засади розвитку ШІ, зокрема в освітній сфері. Програми AI Talent, Skills and Literacy [7] окреслюють підходи до формування етичної та практичної грамотності у сфері ШІ.

В Україні нормативна база охоплює інструктивно-методичні рекомендації щодо впровадження ШІ у середній та вищій школі [1; 2], які визначають освітні цілі, компетентності та принципи відповідального використання.

На глобальному рівні вагомими є документи UNESCO, зокрема Пекінська угода з питань ШІ та освіти [3] та методичні рекомендації щодо використання генеративного ШІ в освіті й науці [10], що пропонують практичні орієнтири безпечного та ефективного застосування технологій.

Виклад основного матеріалу дослідження. *Концептуальні засади цифрової творчості в освіті.* Сучасна освіта все частіше стикається з явищем, коли технічна вправність учнів у роботі з програмним забезпеченням не переростає у справжню творчість. Це можна описати як суперфіційне сприйняття цифрових технологій, коли вони використовуються як "розумний" заміник рутини, а не як інструмент для глибокого осмислення та трансформації ідей. Щоб подолати цю поверховість, необхідно переосмислити саме поняття цифрової творчості. У нашому дослідженні ми розглядаємо її не як суму технічних навичок, а як здатність до усвідомленого створення нових, оригінальних продуктів шляхом синергії трьох компонентів: креативного мислення (генерація ідей), технічної майстерності (втілення задуму) та критичного аналізу (оцінка якості та етичних наслідків).

Ця здатність розвивається через взаємодію ключових компетентностей. Креативність реалізується в цифровому середовищі через генерацію оригінальних образів і нестандартних рішень. Візуальне мислення забезпечує трансформацію абстрактних концепцій у наочні графі, схеми та інфографіку, роблячи знання доступнішими. А мультимедійна компетентність дозволяє інтегрувати різні формати – текст, зображення, аудіо, відео – в єдиний цілісний продукт, що розвиває системний підхід до вирішення завдань.

З психологічної точки зору, робота з генеративним ШІ активізує різні види інтелекту за Говардом Гарднером [8]. Формулювання промптів потребує лінгвістичного інтелекту, створення композиції – візуально-просторового, робота з аудіо – музичного, а структурування проєкту та аналіз результатів – логіко-математичного. Таким чином, цифрова творчість постає не лише як технологічна вмільість, а й як потужний інструмент розвитку особистості.

Цей розвиток може бути структурований за допомогою педагогічної моделі 3P [4], яка описує взаємозв'язок між попередніми умовами (Presage), процесом (Process) і продуктом (Product) навчання. Генеративний ШІ суттєво впливає на кожну з цих складових: він змінює попередні умови, надаючи доступ до потужних інструментів; трансформує процес навчання в дослідницько-творчий діалог; спонукає до переосмислення продукту, у якому цінність має не лише фінальний результат, а й якість промптів, ітерацій та критичної рефлексії учня. Саме тому ефективна інтеграція генеративного ШІ потребує цілеспрямованого педагогічного дизайну – системного проєктування освітнього процесу, у якому технологія виступає не додатком, а органічним компонентом, що забезпечує досягнення конкретних освітніх цілей розвитку творчості.

Світовий досвід та українські реалії розвитку цифрової творчості засобами ШІ. Аналізуючи шляхи впровадження генеративного ШІ у світовій освіті, можна простежити еволюцію від окремих експериментів до формування цілісних освітніх екосистем. У системах середньої освіти (К-12) спостерігається ефективне застосування генеративних інструментів для розв'язання творчих завдань, що свідчить про високу адаптивність сучасних учнів до взаємодії з інтелектуальними технологіями та здатність інтегрувати їх у власні стратегії пізнання [6; 10].

На рівні вищої освіти та професійної підготовки вчителів дослідження доводять, що успіх інтеграції залежить не стільки від технологічної інфраструктури, скільки від педагогічної компетентності викладачів, інституційної готовності та розробки релевантних методичних матеріалів [4; 9]. Системний підхід, що поєднує підготовку педагогів, формування педагогічних стратегій та розробку етичних принципів, визначає ефективність використання цих технологій [2; 3; 10].

Український контекст наразі характеризується фрагментарністю: окремі ініціативи, як-от Generative AI Spring School у Львові, що інтегрує лекції, воркшопи та хакатони з генерації контенту, демонструють значний потенціал [1; 6]. Однак більшість закладів освіти стикаються із системними обмеженнями, зокрема недостатнім технічним забезпеченням, дефіцитом часу для підготовки педагогів та відсутністю єдиної стратегії інтеграції. Це актуалізує потребу в поєднанні технологічного впровадження з формуванням критичного мислення, цифрової грамотності та етичних орієнтирів [2; 7; 9].

Таким чином, українська освіта має можливість уникнути помилок поступового розвитку та відразу сформувати усвідомлену модель використання ШІ для розвитку творчого потенціалу здобувачів освіти на всіх її рівнях [1; 2; 6; 9; 10].

Технологічні основи та класифікація генеративних ШІ-інструментів. Розуміння педагогічного потенціалу генеративних інструментів вимагає поглибленого аналізу технологічних архітектур, що лежать в їх основі. Сучасні генеративні моделі є продуктом еволюції нейромережових архітектур, кожна з яких вирішує унікальні завдання зі створення контенту.

Водночас, для створення та обробки текстових творів ключовою архітектурою стали великі мовні моделі (Large Language Models, LLM), засновані на ме-

ханізми уваги. Такі інструменти, як ChatGPT, Gemini, Claude, а також їхні відкриті альтернативи (DeepSeek, Mistral), виступають каталізаторами літературної творчості, допомагаючи ініціювати творчий процес, генерувати ідеї чи створювати сценарії для подальшого вітлення в інших медіа.

На сьогодні домінуючою архітектурою для генерації зображень та відео стали дифузійні моделі. Їхній принцип роботи, натхненний термодинамікою, ґрунтується на двоетапному процесі: спочатку вихідне зображення поступово "зруйновується" шляхом додавання шуму, а потім нейромережа вчиться відновлювати чіткий образ із цього хаосу, керуючись текстовим описом. Саме ця архітектура лежить в основі більшості сучасних інструментів, таких як Stable Diffusion, Midjourney та DALL·E. Останні версії цих інструментів демонструють значні технологічні прориви. Наприклад, Stable Diffusion 3 відмовилася від класичної U-Net архітектури на користь трансформерів, що різко підвищило здатність моделі до генерації зображень з читабельним текстом. DALL·E 3 зробив крок уперед у вирівнюванні моделі (AI Alignment) – ключової властивості, що забезпечує точну інтерпретацію наміру користувача. Це дозволило досягти значно кращого відтворення складних та деталізованих запитів.

У сфері роботи з текстом беззаперечно панують трансформери (Transformer Architecture) – архітектура, що революціонізувала обробку природної мови завдяки механізму уваги (Attention Mechanism). Цей механізм дозволяє моделям, як GPT-4, Claude, Gemini тощо, аналізувати контекст усієї фрази, а не лише окремих слів, що робить генерацію тексту зв'язною та семантично багатозначною. Сучасним трендом стало створення мультимодальних трансформерів, здатних обробляти в єдиному просторі представлень як текст, так і зображення, що відкриває шлях до створення інтелектуальних асистентів, які "розуміють" контент у всій його повноті.

Проте для створення візуального контенту історично формувалися інші архітектурні підходи. Хоча генеративно-змагальні мережі (Generative Adversarial Networks, GANs) сьогодні поступаються лідерством дифузійним моделям, вони залишаються важливою технологією, особливо в нішах, що вимагають високої деталізації. Моделі на кшталт StyleGAN від Nvidia продовжують вдосконалюватися, усуваючи артефакти генерації та пропонуючи безпрецедентний контроль над стилем і атрибутами згенерованого обличчя чи об'єкта.

Окремої уваги заслуговують технології, що покладені в основу генерації аудіо та музики. Тут поєднуються наступні підходи: для створення натуралістичного мовлення, як у ElevenLabs, часто використовуються моделі, засновані на потоках (Flow-Based Models), тоді як для генерації структурованої музики, як у Suno, застосовують комбінацію трансформерів для побудови мелодії та дифузійних моделей для наповнення її інструментальним аранжуванням. Важливим для україномовного середовища є те, що такі моделі навчаються на багатомовних даних, що дозволяє їм, зокрема, досить якісно відтворювати українську мову з правильними інтонаціями. Це технологічне розмаїття безпосередньо впливає на вибір інструменту для конкретних освітніх завдань. Для швидкої візуалізації понять та створення унікальних наочних матеріалів ідеально підходять дифузійні моделі. Як

демонструє *рисуюнок 1*, вони здатні генерувати різноманітні графічні зображення, що відповідають заданому текстовому опису.



А

Б



В

Рисуюнок 1. Згенеровані ШІ-інструментами графічні зображення:

А. Платформа Artbreeder, модель SDXL Lightning, інструмент Collager, стиль абстрактно-неоімпресіоністичний з елементами арт-нуво на основі палітри, користувач @cinzino15, листунад 2025 р., URL: <https://www.artbreeder.com/image/aecb2d0e2d5bbcf38d10b0376c97>

Б. Платформа Artbreeder, модель Stable Diffusion 1.5, інструмент Collager, стиль романтичного живопису Ежена Делакруа, користувач @mrpoule, листунад 2022 р., URL: <https://www.artbreeder.com/image/007875b998d9cb169fb4f0343ea4>

В. Платформа NightCafe, модель Dreamshaper XL Lightning, стиль неоімпресіоністичного живопису з фактурними мазками та м'якою колористикою, користувач @ayecarumba27, листунад 2024 р., URL: <https://creator.nightcafe.studio/creation/oqmFBms6UwdN85a7fb3E>

Рисуюнок 2 ілюструє різні підходи до візуалізації людського образу за допомогою генеративних моделей. На прикладі трьох зображень показано, як зміна алгоритму, стилю промптингу та художньої мети впливає на результат: від символічної композиції у техніці подвійної експозиції (А), де людська постать поєднується з природними елементами, до виразного художнього портрета в естетиці цифрового живопису (Б) та гіперреалістичного зображення дівчини (В), що майже не відрізняється від фотографії. Такі приклади демонструють не лише технічну гнучкість сучасних моделей, а й розширення творчих можливостей у роботі з темами ідентичності, емоцій та символічного мислення. Для освітньої практики це відкриває широкий спектр застосувань – від створення ілюстрацій до літературних чи мистецьких тем до візуального осмислення історичних і культурних контекстів.



А



Б



В

Рисунок 2. Різні підходи до візуалізації образу людини засобами ШІ:

А. Платформа Lexica, модель Aperture Max, подвійна експозиція, URL: <https://lexica.art/prompt/98cc1b40-533b-4399-ad31-d6349aee1c94>

Б. Платформа Deep Dream Generator, модель DaVinci-2, користувач Беате Фогль, квітень 2025 р., URL: <https://deepdreamgenerator.com/ddream/vn0zrnexxf4>

В. Платформа Lexica, модель Aperture Max, URL: <https://lexica.art/prompt/b6ddbdc0-a77a-4552-b617-a58934ec7c08>

Близькість до реальності стає визначальною характеристикою сучасної візуальної творчості, особливо коли йдеться про моделювання природних середовищ, ландшафтів чи людських постатей у реалістичному контексті. Як показано на *рисунку 3*, інструменти нового покоління здатні генерувати сцени, які важко відрізнити від справжніх фотографій: пустельний мандрівник, гірські долини, природні біоми. Подібні зображення дедалі ширше застосовуються у науковій візуалізації, історичних реконструкціях, кінематографії, рекламі, дизайні віртуальних просторів і навчальних матеріалах. Фотореалістичний контент, створений за допомогою ШІ, стає універсальним засобом моделювання реальності – не лише відображаючи, а й переосмислюючи її в освітніх, культурних та творчих контекстах.

Окремої уваги заслуговує потенціал ШІ для розвитку анімації. *Рисунок 4*, що представляє згенерованих персонажів у стилі сучасної анімації, демонструє широкий спектр художніх підходів – від футуристичних до казкових і побутово-реалістичних. Такі приклади засвідчують, наскільки легко сьогодні створювати впізнавані, емоційно виразні та стилістично цілісні образи без спеціальної підготовки в 3D- або відеопродукції. Для педагогів і здобувачів освіти це відкриває нові можливості проєктної діяльності – від створення

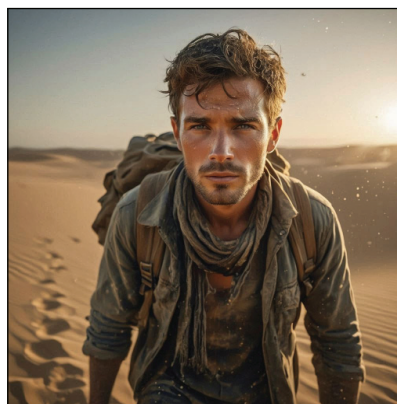
власних мультфільмів і цифрових історій до використання персонажів у гейміфікованих навчальних курсах чи медіаосвітніх проєктах.



А



Б



В



Г

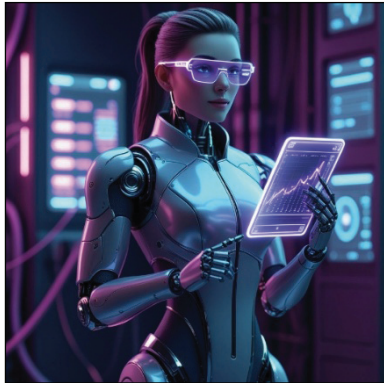
Рисунок 3. Фотореалістичні результати роботи різних моделей ШІ:

А. Вражаюче реалістична осіння тундра під свинцевим небом (ШІ-асистент Grok, модель Aurora, авторський промпт, березень 2025 р.)

Б. Фотореалістичний портрет жінки в м'якому світлі інтер'єру (Leonardo.AI, модель Lucid Origin, користувач StylistIOIAPIO, листопад 2025 р.), URL: <https://app.leonardo.ai/generation/image/create-image-mysterious-30-year-old-businesswoman-59d7463d-51bb-42f6-a65d-7d7a13fc42d1>

В. Виснажений мандрівник у безкрай пустелі під палаючим маревом небес (Bing Image Creator, модель GPT-4o, авторський промпт, листопад 2025 р.), URL: <https://www.bing.com/images/create/hyperrealistic-portrait-of-a-european-male-traveler/1-6909062fd59549589e2f5057e3c14380>

Г. Гірська долина фотографічної якості з річковою заплавою серед пагорбів і літньої зелені (платформа Getimg.ai, модель FLUX.1, листопад 2025 р.), URL: https://static.getimg.ai/media/getimg_ai_img-b0wj2C0LrYyFNsrl-Posq9.webp



А



Б



В

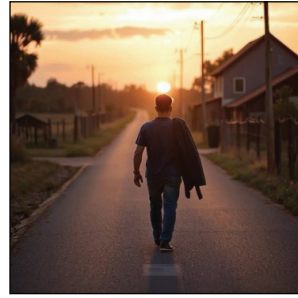
Рисунок 4. Згенеровані ШІ персонажі у стилі сучасної анімації:

А. Leonardo.AI, модель Phoenix 1.0, користувач bravocarpentry, листопад 2025 р., URL: <https://app.leonardo.ai/generation/image/full-body-futuristic-female-robot-styled-business-2f34411a-c3fd-4805-b10f-984f748f99f1>

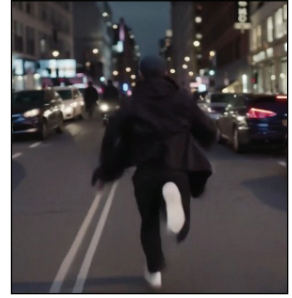
Б. Midjourney, модель V1 Video, користувач jes01183967, листопад 2025 р., URL: <https://www.midjourney.com/jobs/9ff3c1f6-cdf8-49f0-8d51-2ec01c38325a>

В. Leonardo.AI, модель Phoenix 1.0, користувач RobotAICodeAPIO, листопад 2025 р., URL: <https://app.leonardo.ai/generation/image/create-image-2d-flat-cartoon-style-semi-realistic-18a926f9-5e7d-4586-9d50-e53ac881158b>

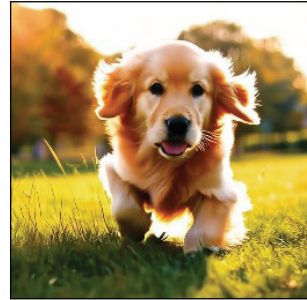
Для створення динамічних сцен із реалістичним рухом застосовуються інструменти генерації відео. Рисунок 5 демонструє, як сучасні моделі здатні формувати короткі кінематографічні фрагменти з виразною мімікою, пластикою руху й навіть гумористичними сюжетами. Такі приклади відкривають широкі можливості для навчальних і дослідницьких візуалізацій, де важлива не лише форма, а й дія – послідовність, взаємодія та емоційність.



А



Б



В



Г

Рисунок 5. Приклади згенерованих ШІ відеофрагментів із реалістичним рухом:

А. Clipfly AI, ШІ-модель Fotor M2, на основі картинки, згенерованої на платформі Fotor.com інструментом AI Image Generator, листопад 2025 р., URL: <https://www.youtube.com/shorts/4Cp-dQEGew8>

Б. Lightricks, демонстраційне промовідео ШІ-моделі LTX-2 (тривалість 20 с), листопад 2025 р., URL: <https://player.vimeo.com/video/1133134037>

В. Відеогенератор Vivago.ai, модель Vivago 2.0, листопад 2025 р., URL: <https://www.youtube.com/shorts/i-c49tXa4RQ>

Г. Runway ML, модель Gen-4 Turbo, на основі кадра з відео Абгінава Ратора, листопад 2025 р., URL: <https://www.youtube.com/shorts/bC4k7lkSfLk>

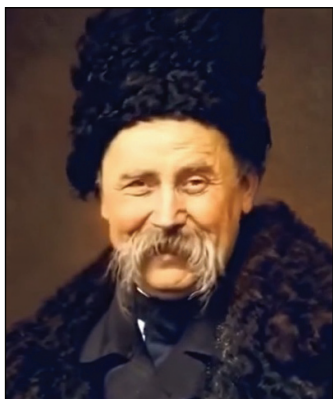
Різноманіття жанрів і підходів до створення динамічного контенту демонструє рисунок 6, який представляє різні типи ШІ-генерованих відео – від реалістичного моделювання процесів старіння людини та реконструкцій давніх цивілізацій до творчих експериментів, що оживлюють постаті українських класиків, відомих лише за статичними портретами. Такі приклади переконливо засвідчують, як ШІ здатен не лише відтворювати рух і час, а й надавати історичним і культурним образам нову емоційну присутність, роблячи їх ближчими до сучасного глядача.



А



Б



В

Рисунок 6. Різні типи ШІ-генерації відео:

А. Моделювання природного старіння людини від 4 до 85 років (Midjourney, модель Runway Gen-2, інструмент Frame Interpolation; концепт-автор: Памп'як Малеїді; липень 2023 р.), URL: <https://www.youtube.com/shorts/TiiCY1mSm5k>

Б. Відеорекострукція життя у Спарті (~ 480 р. до н. е.) (інструменти не зазначені; автор: Діана Карлтон; травень 2025 р.), URL: <https://www.facebook.com/reel/3001907066651839>

В. Оживлення образів українських класиків (Kling AI 1.5; публічний автор: "Techstack", вересень 2024 р.), URL: <https://www.instagram.com/reel/DAF4v07tdv->

Найвищим рівнем цифрової творчості є синтез-графія – мистецтво створення цілісних мультимедійних продуктів шляхом комбінування різних генеративних інструментів у єдиному творчому потоці. Вона виходить за рамки генерації окремого зображення чи тексту, перетворюючись на спланований творчий цикл, де кожен елемент – від сценарію до візуального ряду та звукової доріжки – створюється та узгоджується за допомогою ШІ. Учні перестають бути просто користувачами окремих сервісів, а стають режисерами власних проєктів: вони можуть створити сценарій за допомогою великої мовної моделі (Large Language Model, LLM), візуалізувати персонажів у Midjourney, зібрати анімаційну сцену в Runway, згенерувати саундтрек у Suno та озвучити діалоги українською через ElevenLabs.

Саме така комплексна діяльність, яку ілюструє *рисунок 7*, показує, як різні інструменти ШІ можуть взаємодіяти в межах одного творчого задуму: від створення короткого анімаційного кліпу з музикою та синхронізованим рухом губ – до ШІ-інтерпретації поетичного тексту чи створення цифрових аватарів, що імітують людську емоційність і міміку. Подібні приклади відкривають для освіти нові горизонти інтеграції мистецтва, технологій і мовної культури, формуючи в учнів не лише технічну, а й креативно-ко мунікативну компетентність.



А



Б



В

Рисунок 7. Цифрова творчість із використанням ШІ:

А. Відеоролик, створений з двох зображень за один робочий день (ШІ-інструменти: Midjourney, Suno, Hailuo; автор: Гай Гутман, грудень 2024 р.), URL: <https://www.facebook.com/guylgutmanAI/videos/9509153712432156>

Б. Музичний ШІ-кавер на вірш Лесі Українки "Contra spem spero!" (ШІ-інструмент: Suno; автор: @UA_AI_SONG; листопад 2024 р.), URL: https://www.youtube.com/watch?v=_k9SYQoUdGg

В. Цифрові аватари за допомогою ШІ (інструменти: OpenAI Playground, ElevenLabs, Dreamina тощо; канал: @aimania_tv; квітень 2025 р.), URL: <https://youtu.be/t0erR4-MFPY?si=ICl4lhlIuKuDP5-8&t=34>

Таким чином, синтез-графія демонструє, що технологічний ландшафт генеративного ШІ є динамічною екосистемою, де педагогічні можливості безпосередньо впливають з уміння поєднувати різні архітектури для досягнення творчих цілей.

Етичні аспекти та виклики цифрової творчості в епоху ШІ. Впровадження генеративного ШІ в освітній простір, окрім беззаперечних переваг, актуалізує низку етичних дилем, що вимагають негайного осмислення та педагогічного втручання. Технології, здатні породжувати справжні цифрові шедеври (Рисунок 8), можуть бути використані і для створення маніпулятивного контенту, зокрема діпфейків – аудіовізуальних симулякрів, що імітують реальні події або присутність людини. Хоча технологічно це демонструє вражаючий прогрес, соціально воно несе ризики дезінформації, викривлення реальності й підриву довіри до цифрових джерел.

Образи, подані на *рисунок 8*, символізують цей двоїстий потенціал ШІ – одночасно джерело натхнення і виклик для людської свідомості. Саме тому сучасна освіта має не лише інтегрувати генеративні технології у творчі практики, а й формувати етичну та критичну культуру взаємодії з ними.



А



Б

Рисунок 8. Образи творчості у цифровому вимірі

А. Абстрактне зображення творчого імпульсу
(ChatGPT, модель DALL-E 3, листопад 2025 р.)

Б. Погляд у майбутнє цифрової творчості (Hailuo AI, модель I2V 2.3, листопад 2025 р.; за зображенням Renglod AI, Midjourney v6, травень 2025 р.)

Проте етична складова використання генеративного ШІ виходить далеко за межі проблеми дипфейків. Окремим педагогічним викликом є ризик поверхового засвоєння, відомий як "феномену брелоків" (Keychain Syndrome), коли учні створюють ефектні, але змістовно порожні продукти без глибинного розуміння процесу [5]. До етичних питань також належать авторство та інтелектуальна власність, адже межа між людським і машинним внеском залишається правовою та філософською "сірою зоною". Існує й небезпека відтворення соціальних упереджень, закладених у тренувальні дані моделей, що може призводити до появи стереотипного або дискримінаційного контенту.

Для системного вирішення цих викликів у педагогічній практиці і доцільним є застосування СИМО-підходу (Context, Intervention, Mechanism, Outcome). Він допомагає педагогу чітко визначати, у якому контексті (С) певна навчальна інтервенція (І) активує механізми (М) розвитку критичного мислення та усвідомленої творчості, що приводить до бажаного результату (О). На практиці це означає проектування навчальних процесів, у яких технології використовуються не для спрощення мислення, а для його заглиблення.

Однак впровадження таких підходів відбувається в умовах глибшої, гносеологічної кризи. Як зазначає UNESCO, ця проблема сягає за межі окремих фактів, перетворюючись на системну загрозу для самого фундаменту знання та довіри до інформації в суспіль-

стві [12]. У цьому контексті освіта покликана не лише передавати навички користування ШІ, а й формувати у здобувачів здатність осмислювати природу цифрового знання, його джерела та межі достовірності.

Звідси випливає ключове педагогічне завдання: як, не відмовляючись від потужних ШІ-інструментів, забезпечити розвиток власних здібностей учня? Відповідь полягає у проектуванні "циклів самостійності", коли фази вільного експерименту з генерацією чергуються з етапами цілеспрямованої роботи без неї. Наприклад, після створення ШІ-відео учень отримує завдання вручну змонтувати ключові моменти, щоб відчувати різницю між миттєвим результатом і кропітким процесом створення. Або, отримавши від ШІ три варіанти сюжету, – написати власну, четверту версію, розвиваючи оригінальний задум. У такий спосіб технологія виступає не заміником майстерності, а її каталізатором, що допомагає учневі порівнювати, аналізувати й швидше зростати творчо.

Таким чином, формування цифрової творчості в освіті сьогодні нерозривно пов'язане з вихованням відповідальної цифрової громадянськості. Це передбачає розвиток у здобувачів освіти здатності не лише технічно створювати контент, а й усвідомлювати соціальні, моральні та правові наслідки своєї творчої діяльності. Інтеграція етичного дискурсу в навчальні проекти стає не доповненням, а невід'ємною складовою якісної освіти, що формує особистість, здатну до відповідального, критичного й творчого існування у цифровому суспільстві.

Висновки. Сучасні інструменти генеративного ШІ відкривають нову сторінку в освіті, перетворюючись із технологічних новинок на потужні засоби підтримки творчої діяльності. Проведене дослідження засвідчує, що такі інструменти виходять далеко за межі автоматизації рутинних завдань, стаючи каталізаторами розвитку цифрової творчості – здатності до усвідомленого створення оригінальних продуктів через поєднання креативного мислення, технічної майстерності та критичної рефлексії.

Процес роботи з генеративним ШІ – від формулювання промптів до синтезу мультимедійного контенту – активізує різні види інтелекту за Г. Гарднером, перетворюючи навчання на справді когнітивно-творчий процес. Водночас ефективна інтеграція таких технологій потребує подолання низки ризиків, насамперед поверхового засвоєння матеріалу та неусвідомленого використання цифрових інструментів.

Отримані результати дають підстави для формулювання ключових методичних імплікацій освітньої практики. Ефективне впровадження генеративного ШІ має бути поетапним: від ознайомлення з можливостями й базового промптингу до включення у навчальні завдання та реалізації комплексних проєктів, де технологія виступає партнером у творчому процесі, а не самоціллю. Критерії оцінювання результатів доцільно розширити – враховуючи не лише якість фінального продукту, а й оригінальність задуму, усвідомленість вибору інструментів, глибину рефлексії та етичну зрілість здобувачів освіти.

Таким чином, сучасні ШІ-інструменти відіграють ключову роль у трансформації освітнього процесу. Вони створюють середовище, у якому технологічний прогрес поєднується з розвитком особистісних якос-

тей, формуванням ціннісних орієнтирів і підготовкою не лише учнів, студентів і педагогів, а й дорослих учнів у системі навчання впродовж життя – до існування в умовах стрімкої цифрової еволюції. Майбутнє освіти полягає не в конкуренції з штучним інтелектом, а у партнерстві з ним – задля розкриття творчого потенціалу кожної особистості в цифровому суспільстві.

У цьому контексті генеративний ШІ постає не просто технологічним інструментом, а засобом особистісного та професійного розвитку, який допомагає здобувачам освіти будь-якого віку опановувати нові навички, розв'язувати творчі й практичні завдання та зберігати конкурентоспроможність у динамічному цифровому світі.

Список використаних джерел:

1. Інструктивно-методичні рекомендації щодо запровадження та використання технологій ШІ в закладах загальної середньої освіти: проєкт. Київ: МОН України, 2024. 62 с.
2. Рекомендації щодо відповідального впровадження та використання технологій штучного інтелекту в закладах вищої освіти. Київ: МОН України, 2025. 56 с.
3. Beijing Consensus on Artificial Intelligence and Education. *UNESCO*, 2019. URL: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000368303>
4. Biggs J., Tang C. Teaching for Quality Learning at University. 4th ed. Maidenhead: Open University Press, 2011. 418 p.
5. Blikstein P. Digital fabrication and 'making' in education: The democratization of invention. *FabLabs: Of Machines, Makers and Inventors*. Bielefeld: Transcript Publ., 2013. P. 203–221.
6. Creativity with AI in Education 2025 Report. Adobe Education, 2025. URL: https://education.grapheast.com/docs/creative-cloud/Creativity_with_AI_in_Education_2025_Report.pdf
7. EU AI Act: AI talent, skills and literacy. European Commission, 2024. URL: <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/ai-talent-skills>
8. Gardner H. Frames of Mind: The Theory of Multiple Intelligences. New York: Basic Books, 1983. 440 p.
9. Generative AI and Higher Education: Trends, Challenges and Opportunities for Teaching and Learning. *Information*, 2024. URL: <https://www.mdpi.com/2078-2489/15/11/676>
10. Guidance for Generative AI in Education and Research. *UNESCO*, 2023. 49 p.
11. Legal and pedagogical guidelines for the educational use of generative artificial intelligence in the European Schools. Luxembourg: European Schools, 2025. 28 p.
12. Naffi N. Deepfakes and the crisis of knowing. URL: <https://www.unesco.org/en/articles/deepfakes-and-crisis-knowing>
13. Regulation (EU) 2024/1689 of the European Parliament and of the Council of 13 June 2024 on Artificial Intelligence (AI Act). Brussels: European Union, 2024. URL: <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/regulatory-framework-ai>

Olena SMALKO, Volodymyr FEDORCHUK

Kamianets-Podilskyi Ivan Ohienko National University

MODERN AI TOOLS FOR DEVELOPING CREATIVITY IN EDUCATION AND SCIENCE

Abstract. The article explores the role of generative artificial intelligence in transforming contemporary edu-

cation and fostering the creative potential of learners of all ages. Based on the analysis of modern AI tools for generating graphics, animation, audio, and video, the study reveals their potential for the formation of new educational practices and research in education and science. Special attention is given to the Ukrainian educational context, where the combination of technological innovation and humanistic values determines the effectiveness of AI integration. The practical significance of the research is supported by original AI-generated materials that can serve as exemplars for learning activities and the development of creative thinking. The paper identifies key challenges of implementing generative AI – such as the risks of superficial learning, authorship ambiguity, ethical dilemmas, and the threat of misinformation. It is argued that a strategically balanced use of generative AI fosters the creation of a creative and ethically oriented educational environment and supports the concept of lifelong learning.

Key words: generative artificial intelligence, AI tools, digital creativity, creativity, education; media education, AI ethics, Ukrainian context, lifelong learning.

References:

1. Instruktyvno-metodychni rekomendatsiyi shchodo zaprovadzhennya ta vykorystannya tekhnolohiy ShI v zakladakh zahal'noyi seredn'oyi osvity: proyekt. Kyiv: MON Ukrayiny, 2024. 62 s.
2. Rekomendatsiyi shchodo vidpovidal'noho vprovadzhennya ta vykorystannya tekhnolohiy shtuchnoho intelektu v zakladakh vyshchoyi osvity. Kyiv: MON Ukrayiny, 2025. 56 s.
3. Beijing Consensus on Artificial Intelligence and Education. *UNESCO*, 2019. URL: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000368303>
4. Biggs J., Tang C. Teaching for Quality Learning at University. 4th ed. Maidenhead: Open University Press, 2011. 418 p.
5. Blikstein P. Digital fabrication and 'making' in education: The democratization of invention. *FabLabs: Of Machines, Makers and Inventors*. Bielefeld: Transcript Publ., 2013. P. 203–221.
6. Creativity with AI in Education 2025 Report. Adobe Education, 2025. URL: https://education.grapheast.com/docs/creative-cloud/Creativity_with_AI_in_Education_2025_Report.pdf
7. EU AI Act: AI talent, skills and literacy. European Commission, 2024. URL: <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/ai-talent-skills>
8. Gardner H. Frames of Mind: The Theory of Multiple Intelligences. New York: Basic Books, 1983. 440 p.
9. Generative AI and Higher Education: Trends, Challenges and Opportunities for Teaching and Learning. *Information*, 2024. URL: <https://www.mdpi.com/2078-2489/15/11/676>
10. Guidance for Generative AI in Education and Research. *UNESCO*, 2023. 49 p.
11. Legal and pedagogical guidelines for the educational use of generative artificial intelligence in the European Schools. Luxembourg: European Schools, 2025. 28 p.
12. Naffi N. Deepfakes and the crisis of knowing. URL: <https://www.unesco.org/en/articles/deepfakes-and-crisis-knowing>
13. Regulation (EU) 2024/1689 of the European Parliament and of the Council of 13 June 2024 on Artificial Intelligence (AI Act). Brussels: European Union, 2024. URL: <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/regulatory-framework-ai>

Отримано: 22.10.2025

Андрій ТЕРЕЩУК

Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини

e-mail: tereshandrey@udpu.edu.ua; ORCID: 0000-0001-9404-4722

**ТЕХНОЛОГІЧНА ОСВІТА У ПРОФІЛЬНІЙ СЕРЕДНІЙ ШКОЛІ:
ВИКЛИКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ**

Анотація. У статті проаналізовано сучасний стан профільного навчання, розкрито його сутнісні ознаки та концептуальні підходи до реформування старшої школи.

Державний стандарт профільної середньої освіти враховує вітчизняні напрацювання, що склалися у профільному навчанні і водночас розкриває нові перспективи для розвитку і вдосконалення освітнього процесу для Нової української школи.

Технологічна освітня галузь має значний потенціал для розвитку ключових компетентностей та м'яких навичок на третьому рівні повної загальної середньої освіти.

Державний стандарт профільної середньої освіти укладено за освітніми галузями так, щоб можна було конструювати різні варіанти з освітніх компонентів, інтегрованих курсів, міждисциплінарних модулів тощо. Відтак, провідними новаціями для здобувачів профільної середньої освіти, має стати індивідуалізація у навчанні, поступове зменшення навчального навантаження для вивчення обов'язкових освітніх компонентів і зростання таких годин для профільного та міжпрофільного навчання.

Ключові слова: диференціація, внутрішня диференціація, профіль, профільне навчання, технологічна освітня галузь, Державний стандарт профільної середньої освіти, освітній профіль, технологічна освіта.

Реформування української шкільної освіти відповідно до концепції Нової української школи [1] передбачає широкі зміни всіх рівнів повної загальної середньої освіти. На третьому, завершальному її етапі, ці зміни потребують особливої уваги від усіх учасників освітнього процесу. Адже саме тут з'являється випускник Нової української школи, здатний, крім іншого, обирати і проєктувати власну професійну траєкторію.

Щоб отримати більш обґрунтоване розуміння ролі та можливостей технологічної освіти на рівні профільного навчання, спершу погляньмо на традиції, що склалися у вітчизняному досвіді старшої школи.

Традиційно трудова підготовка учнів у старшій школі зводилася до виробничого навчання, яке відбувалося на міжшкільних виробничих комбінатах [2]. Таке навчання супроводжувалося диференціацією за професіями, які учні обирали й одержували відповідні робітничі кваліфікації в процесі навчання. Тому профілізація у середній школі завжди була пов'язана з професійною освітою учнів, орієнтованою на сферу виробництва. У зв'язку з цим проводилися тривалі ґрунтовні дисертаційні дослідження з вдосконалення змісту профільної середньої освіти, питань професійної підготовки старшокласників, і зокрема у працях І. Андрощука, В. Дрижака, М. Піддячого, А. Кучерявого, О. Радченка, А. Коляди В. Мачуського та багатьох інших.

У чисельних статтях та монографіях цих учених розглянуто методику технологічної підготовки старшокласників а також їх підготовку до професійної діяльності в умовах профільного навчання, формування готовності до професійного самовизначення у сфері технічної діяльності тощо. Станом на сьогодні ці наукові дослідження та методичні розробки можуть бути частково використані для моделювання технологічної освіти учнів, у вигляді відповідних освітніх профілів або модельних програм, однак в цілому вони не відповідають у повній мірі вимогам Державного стандарту профільної середньої освіти.

Принагідно відзначимо, що профільне навчання як педагогічна технологія та провідний засіб індивіду-

алізації навчання учнів старшої школи, не мав тривалого та ефективного використання у вітчизняній старшій школі. Дослідники профілізації в шкільній освіті досить часто вказують на так звану «приховану профілізацію», коли її відсутність компенсували самі вчителі тим, що звертали увагу на спрямованість учнівства на той чи інший предмет і відповідно не ставили завищених навчальних вимог з тих предметів, якими учні цікавилися менше, і, з якими вони не пов'язували власні професійні наміри та життєві плани.

З іншого боку учні старшої ланки середньої освіти завжди перевантажені другорядним навчальним матеріалом, що виявлялося у вивченні достатньо великої кількості обов'язкових шкільних предметів. У досвіді зарубіжної школи, на її старшій ступені загальної освіти, кількість освітніх компонентів завжди менша на користь вибіркового – факультативних та елективних курсів. У вітчизняній старшій школі традиційно склалася така практика, коли вивчення обов'язкових загальноосвітніх предметів займає ліву частку від усього освітнього процесу в школі. Навіть побіжний і не глибокий порівняльний аналіз зарубіжної старшої школи з українським досвідом, вказує на актуальність цієї проблеми і своєчасність реформування профільної середньої освіти у рамках проєкту Нова українська школа.

Отже, сьогодні необхідно з'ясувати як буде виглядати профілізація у Новій українській школі, та яке місце у цьому процесі буде відведено технологічній освіті.

Для того щоб відповісти на це питання, необхідно з'ясувати основні поняття, які трактуються у вітчизняному досвіді профільного навчання, і серед них це: «диференціація», «диференційоване навчання», і власне «профільне навчання».

Слово «диференціація» походить від латинського «differentia» – відмінність, розподіл. У довідковій літературі зазвичай диференціацію тлумачать як: «...поділ, розділення чого-небудь на окремі різномірні елементи» [2, с. 23].

Диференційоване навчання це таке навчання, коли вчитель працює по-різному з різними учнями. Традиційно склалось так, що для диференційованого

навчання розрізняють два його види – внутрішню (або рівневу) диференціацію та зовнішню.

Внутрішня диференціація передбачає крім того що вчитель здійснює різний підхід до різних учнів, однакову для усіх учасників освітнього процесу навчальну мету і однаковий зміст освіти. Тобто внутрішня диференціація відбувається за єдиною для всіх учнів навчальною програмою, а рівень засвоєння навчального матеріалу, – різний для різних учнів. Учні за такої диференціації могли «...обмежуватися обов'язковим (мінімальним) рівнем підготовки, а могли досягати більш високого рівня. Тут гуманістичний початок виявлявся у тому, що учням давали можливість самостійно вирішувати: обмежуватися мінімальним рівнем засвоєння матеріалу чи рухатися далі» [2, с. 25]. Звісно, традиційно учням зрідка давали такі можливості для самостійного вибору, і загалом націлювали на високий рівень засвоєння знань, умінь. Тобто знання умінь навички завжди ставились, так би мовити, зверху над можливостями та інтересами особистості учня.

Зовнішня диференціація відрізняється від внутрішньої тим, що навчальний матеріал, який викладав вчитель та навчальні вимоги до його засвоєння є різними для різних груп учнів. При зовнішній диференціації навчають різні стабільні групи учнів, за окремими навчальними програмами, які часто називають профілями, оскільки вони заглиблюють на різний навчальний рівень кожную групу з відповідного навчального профілю. Тому зовнішню навчальну диференціацію називають *профільним навчанням*. Також принагідно відзначити, що у методичній літературі внутрішню (рівневу) диференціацію у навчанні учнів, називають диференційованим навчанням без додавання термінів «внутрішня» або «рівнева».

Отже, у вітчизняному досвіді середньої освіти, склалося два терміни: диференційоване та профільне навчання. Вважалося, що учні мають змогу обирати чи регулювати рівень навчальних досягнень. Однак на практиці профільне навчання не враховувало освітні потреби учнів, а система освіти не передбачала взаємодію з учнем як особистістю, яка має власні права і свободи в освітньому процесі.

Вкажемо на основні відмінності у термінології між традиційним профільним навчанням і новими, що може впливати на загальне розуміння і тлумачення моделі профільного навчання у Новій українській школі.

По-перше, необхідно відмовитися від терміну «рівні навчальних досягнень учнів», оскільки на заміну йому Державний стандарт профільної середньої освіти «визначає вимоги до обов'язкових результатів навчання здобувачів профільної середньої освіти» [3, с.7]. Завдяки цьому, документ описує, куди має рухатися зміст освіти, у тому числі технологічна, без жорстких визначень її змісту.

По-друге, слід спиратися на таке тлумачення профільного навчання, яке передбачає подальше поглиблене вивчення учнями обраного предмету з основ наук або навчання за професійним спрямуванням [4, с. 17-18].

Профільне навчання може бути академічним або професійним:

✓ «...академічне – профільне навчання на основі поєднання змісту освіти, визначеного Державним стандартом профільної середньої освіти, і поглибле-

ного вивчення окремих навчальних предметів (інтегрованих курсів) з урахуванням здібностей та освітніх потреб здобувачів освіти з орієнтацією на продовження навчання на вищих рівнях освіти;

✓ професійне – профільне навчання, орієнтоване на ринок праці, на основі поєднання змісту освіти, визначеного Державним стандартом профільної середньої освіти, та професійно орієнтованого підходу до навчання з урахуванням здібностей та потреб здобувачів освіти» [3, с. 3].

Відповідно до такого вище наведеного тлумачення, можна навести приклад як моногалузевого так і багатогалузевого профілів.

Наприклад, багатогалузевим може бути профіль STEM. Такий навчальний профіль буде складатися: з природничої, технологічної, математичної та інформаційної освітніх галузей.

Отже, Державний стандарт профільної середньої освіти укладено за освітніми галузями так, щоб можна було конструювати різні варіанти з освітніх компонентів, інтегрованих курсів, міждисциплінарних модулів тощо.

Стисло розглянемо Державний стандарт профільної середньої освіти, з точки зору нових засадничих підходів в організації освітнього процесу, що може вплинути на моделювання технологічної освіти у старшій школі.

Документ розроблено у термінах Законів України «Про освіту», «Про повну загальну середню освіту», Про професійну (професійно-технічну) освіту», «Про фахову передвищу освіту» та на основі інших нормативно-правових актів і ґрунтується на компетентнісному підході до навчання здобувачів профільної середньої освіти.

У пролозі документу сформульовано мету профільної середньої освіти, і зокрема, це: «...розвиток особистості здобувачів освіти шляхом утвердження у них української національної та громадянської ідентичності та формування компетентностей, необхідних для їх життєвої стійкості, самостійності, відповідальності, комунікації та взаємодії з іншими особами, соціалізації, активної громадянської позиції на основі поваги до прав людини, духовних цінностей українського народу, національної самобутності, оборонної свідомості... підприємливості, свідомого вибору подальшого життєвого шляху, освіти протягом життя, трудової діяльності та самореалізації; дотримання принципів гендерної рівності; виховання у здобувачів освіти самоповаги і поваги до інших, відповідального ставлення до довкілля, що базується на науковому світогляді та принципах сталого розвитку» [3, с. 1].

Провідними ціннісними орієнтирами профільної середньої освіти за новими стандартами стали: повага до особистості здобувача, рівний доступ до освіти кожного здобувача без будь-якої дискримінації, «...формування нетерпимості до корупції та дотримання принципів академічної доброчесності» [3, с. 2], розуміння важливості розвитку мислення, плекання любові до рідного краю, утвердження людської гідності, «...формування готовності до дієвого виконання громадянського і конституційного обов'язку із захисту національних інтересів, територіальної цілісності України, готовності до національного спротиву тощо» [3, с. 2].

Особливістю цього Стандарту є запровадження і створення для здобувачів профільної середньої освіти індивідуальної освітньої траєкторії. Також, зазнає змін й профорієнтаційна робота із старшокласниками. Відповідно до Концепції НУШ та Держстандарту профільної середньої освіти 10-й клас є адаптаційним. У цьому класі учні можуть не лише обрати профіль для навчання але й наприкінці цього ж класу, знову його змінити. Цьому сприяє поява у старшій школі нової посади педагога – «кар'єрного освітнього радника» [4, с. 5], який пропонуватиме учням й ученицям діагностику особистісних якостей, сприятиме у виявленні професійних якостей, що у свою чергу допоможе здобувачам освіти усвідомлювати свої сильні й слабкі сторони для побудови власної професійної кар'єри.

Розглянемо більш предметно технологічну освітню галузь у Державному стандарті профільної середньої та спрогнозуємо можливі моделі технологічної освіти з огляду на вище викладені особливості нового Державного стандарту профільної середньої освіти.

У частині технологічної освітньої галузі вказано, що «метою технологічної освітньої галузі є визначення здобувачами освіти власних освітньо-професійних цілей, проектування шляхів реалізації особистісного потенціалу, розвиток критичного та технічного мислення, готовності до зміни довкілля без заподіяння йому шкоди засобами сучасних технологій, здатності до підприємливості та інноваційної діяльності, партнерської взаємодії, використання техніки і технологій для задоволення власних потреб, культурного та національного самовираження, трудової діяльності на ринку праці, посилення обороноздатності України» [3, с. 27].

Структурно Державний стандарт профільної освіти, у частині технологічної освітньої галузі (Додаток 11-12), схожий на стандарт для базової середньої освіти, і так само складається з мети, компетентісного потенціалу, має вимоги до обов'язкових результатів навчання здобувачів освіти в технологічній освітній галузі, і передбачають, що здобувач освіти:

1. Створює проект з підприємницьким потенціалом на основі попередньо набутого досвіду.
2. Використовує графічні зображення та цифрові засоби в проектуванні.
3. Втілює науково-технічні дослідження в різних сферах трудової діяльності.
4. Проектує шляхи реалізації власних освітньо-професійних цілей та особистісного потенціалу [3, с. 13].

Вказані обов'язкові результати, які згруповано у чотири групи, обумовлені розвитком технологій, який з одного боку обумовлений невідпинною і постійною інтеграцією з цифровими та ІТ-технологіями а з іншого з розвитком штучного інтелекту (ШІ). Тому розробники, визначаючи ці групи результатів для технологічної освітньої галузі, зосереджувались не на «засобах праці», як це традиційно склалось у вітчизняному та пострадянському досвіді трудової підготовки, а тих компетентностей, умінь і зокрема, наскрізних умінь, які мають засвоїти учня для власної соціалізації та обрання подальшої освіти за академічним чи професійним спрямуванням.

Отже, вимоги до обов'язкових результатів навчання сформовано у чотири групи умінь, як власне у

держстандартах початкової та базової середньої освіти. Ці групи умінь мають певну наступність що дозволяє реалізувати компетентісний потенціал технологічної освітньої галузі на кожному рівні середньої освіти, а також забезпечити навчальний поступ здобувачів освіти у розвитку наскрізних умінь (м'яких навичок) з 1-го по 12 клас.

Вимоги до результатів навчання, які містить Державний стандарт у частині технологічної освітньої галузі, сформовані на завершення 12 року навчання. Зокрема, там зафіксовані:

- основні орієнтири для оцінювання – їх мають досягти всі учні;
- поглиблені – для тих, у кого відповідна галузь чи кілька галузей є профілеутворювальними (їх учні можуть досягти повністю або частково, це залежить від змісту освітньої програми, яку створить заклад освіти під час формування профілів) [4, с. 7].

У підсумку слід відзначити, що технології можуть вивчатися учнями старшої школи як обов'язковий предмет на профільно-адаптаційному циклі.

На другому профільному циклі можливе як поглиблене вивчення технологій, якщо заклад освіти обере відповідний освітній профіль, де технологічна освітня галузь буде основною у створенні відповідного профілю, так і брати участь в інтеграції – створенні інших освітніх профілів, профільних інтегрованих предметів або інтегрованих курсів за межами профілю тощо. Треба мати на увазі що технологічна освітня галузь може бути представлена повністю або частково під час формування освітнього профілю, який обиратимуть здобувачі освіти.

Висновки. Здійснивши аналіз змісту Державного стандарту профільної середньої освіти з урахуванням початкової та базової середньої освіти, слід підкреслити, що на завершальному рівні технологічна освіта відіграє важливу роль в інтеграційних процесах для посилення компетентісного навчання та розвитку відповідних наскрізних умінь.

Порівнюючи вітчизняний досвід профільного навчання із зарубіжним, слід підкреслити, що сьогодні важливо не лише здійснити поділ освітнього процесу за академічним та професійним спрямуванням як це визначено Законом України, але й розвивати ще один важливий напрямок – індивідуалізацію освітнього процесу.

Індивідуалізація як феномен в освітньому процесі профільного навчання дозволяє максимально зосередити учнів на власних інтересах, і, відповідно навчальному поступі, який відразу націлений на професійний успіх випускника школи. Для цього модель профільного навчання має бути достатньо гнучкою, щоб інтереси та професійні наміри старшокласників не виносити за межі освітнього процесу. Навпаки здобувач освіти повинен відчувати, що його поступ до професії на основі його власних інтересів та життєвих планів розпочинається зараз, в адаптаційному 10-му класі.

Серед викликів та подальших досліджень можна вказати на підготовку викладача для профільної середньої освіти, розроблення відповідних освітніх стандартів та моделей. Адже українська освіта лише починає набувати реального досвіду у становленні та розвитку профільного навчання. Важливою частиною у цьому процесі є підготовка відповідних фахівців, яких не можна замінити

нити вчителями з базового рівня середньої освіти, як це традиційно було запроваджено у старшій школі.

Список використаних джерел:

1. Нова українська школа. Концептуальні засади реформування середньої школи / упоряд.: Л. Гриневич, О. Елькін, С. Калашнікова та ін. URL: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/nova-ukrainska-shkola-compressed.pdf>
2. Терещук А. Технологічна підготовка учнів старшої школи: теорія і методика: монографія. Умань: ФОП Жовтий О.О., 2013. 288 с.
3. Державний стандарт профільної середньої освіти. Постанова Кабінету Міністрів України від 25 липня 2024 р. № 851. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/851-2024-п#Text>
4. Концептуальні засади реформування профільної середньої освіти (академічні ліцеї). Наказ Міністерства освіти і науки України від 10.10.2024 р. № 1451 URL: <https://mon.gov.ua/static-objects/mon/uploads/public/670/7d8/e85/6707d8e859464499201950.pdf>

Andriy TERESHCHUK

Pavlo Tychyna Uman State Pedagogical University

TECHNOLOGICAL EDUCATION IN A SPECIALIZED SECONDARY SCHOOL: CHALLENGES AND PROSPECTS FOR DEVELOPMENT

Abstract. The article analyzes the current state of specialized education, reveals its essential features and conceptual approaches to reforming high school.

The state standard of specialized secondary education takes into account domestic developments that have developed in specialized education and at the same time opens up new prospects for the development and improvement of the educational process for the New Ukrainian School. The technological education sector has significant potential for developing key competen-

cies and soft skills at the third level of complete general secondary education. The state standard for specialized secondary education is structured by educational field so that various combinations of individual subjects or integrated courses can be freely formed.

Individualization as a phenomenon in the educational process of specialized training allows students to focus as much as possible on their own interests, and, accordingly, on educational progress, which is immediately aimed at the professional success of the school graduate. To do this, the model of specialized education must be flexible enough so that the interests and professional intentions of high school students are not taken beyond the boundaries of the educational process.

Key words: differentiation, profile, profile training, technological educational branch, State Standard of Profile Secondary Education, educational profile, technological education.

References:

1. Nova ukrayins'ka shkola. Kontseptual'ni zasady reformuvannya seredn'oyi shkoly / uporyad.: L. Hrynevych, O. El'kin, S. Kalashnikova ta in. URL: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/nova-ukrainska-shkola-compressed.pdf>
2. Tereshchuk A. Tekhnolohichna pidhotovka uchniv starshoyi shkoly: teoriya i metodyka: monohrafiya. Uman': FOP Zhovtyy O.O., 2013. 288 s.
3. Derzhavnyy standart profil'noyi seredn'oyi osvity. Postanova Kabinetu Ministriv Ukrayiny vid 25 lypnya 2024 r. № 851. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/851-2024-п#Text>
4. Kontseptual'ni zasady reformuvannya profil'noyi seredn'oyi osvity (akademichni litseyi). Nakaz Ministerstva osvity i nauky Ukrayiny vid 10.10.2024 r. № 1451 URL: <https://mon.gov.ua/static-objects/mon/uploads/public/670/7d8/e85/6707d8e859464499201950.pdf>

Отримано: 14.11.2025

УДК 37.016:52]:004.9-026.731](045)

DOI: 10.32626/2307-4507.2025-31.264-268

Сергій ТЕРЕЩУК¹, Юлія РЕШІТНИК²

^{1,2}Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини

e-mail: ¹s.i.tereschuk@udpu.edu.ua, ²dikhtiarenko_iu@udpu.edu.ua;

ORCID: ¹0000-0002-1084-5838, ²0000-0002-7937-2880

ДИДАКТИЧНІ МОЖЛИВОСТІ МОБІЛЬНИХ ЗАСТОСУНКІВ У НАВЧАННІ АСТРОНОМІЇ У ЗАКЛАДАХ ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ

Анотація. Проведене дослідження підтверджує, що використання мобільних застосунків у викладанні астрономії суттєво підвищує ефективність освітнього процесу в старшій школі. Інтерактивні інструменти, візуалізація складних явищ, моделювання астрономічних систем та можливість проведення віртуальних спостережень сприяють глибшому розумінню закономірностей Всесвіту. Учні переходять від пасивного засвоєння матеріалу до активної, дослідницької діяльності, що відповідає вимогам STEM-освіти. Мобільні додатки забезпечують персоналізований навчальний досвід, розвивають просторове мислення, критичність та самостійну пізнавальну активність. Результати порівняльного аналізу засвідчують, що найбільшого дидактичного ефекту можна досягти шляхом комбінованого використання різних застосунків відповідно до їх функціональних можливостей. Такий підхід сприяє формуванню ключових компетентностей та підвищує мотивацію до вивчення астрономії.

Ключові слова: астрономія, мобільні застосунки, STEM-освіта, візуалізація, моделювання, AR/VR, віртуальні спостереження, дидактичні можливості.

Постановка проблеми. Викладання астрономії в старшій школі має вирішальне значення, оскільки ця дисципліна формує в учнів розуміння фундаментальних законів природи та їхньої ролі у структурі

Всесвіту. Астрономія за своєю суттю є інтегративною наукою, що об'єднує знання з фізики (наприклад, гравітація та спектральний аналіз), математики (небесна механіка, система координат зоряного неба), хімії (зо-

ряний нуклеосинтез), сприяючи розвитку міждисциплінарних компетентностей. Зазначені аспекти викладання астрономії неодноразово були об'єктом дослідження провідних українських науковців.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У різні часи над розв'язанням проблем фізичної та астрономічної освіти учнівської молоді працювали учені – астрономи та методисти, зокрема: П.С. Атаманчук, О.І. Бугайов, Б.Є. Будний, С.П. Величко, С.У. Гончаренко, О.І. Іваницький, А.В. Касперський, І.А. Климишин Є.В. Коршак, О.І. Ляшенко, М.Т. Мартинюк, Ю.Б. Мирошніченко, А.І. Павленко, Ю.А. Пасічник, М.І. Садовий, В.П. Сергієнко, Б.А. Сусь, В.Д. Сиротюк, І.А. Ткаченко, К.І. Чурюмов, В.Д. Шарко, М.І. Шут, Я.С. Яцків та ін.

Розвиток сучасних мобільних та хмарних технологій ставить нові завдання перед вчителями щодо використання новітніх стратегій розвитку дослідницьких навичок в учнів на уроках фізики та астрономії [5].

Існує нагальна потреба у дослідженні науково обґрунтованих технологій навчання, орієнтованих на використання мобільних застосунків як засобів навчання астрономії учнями старшої школи [3].

Сучасний розвиток інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) призвів до всебічного поєднання фундаментальної науки та інноваційних підходів, що вимагає розроблення принципово нових освітніх засобів [2, 4]. У цьому контексті мобільні застосунки стають дедалі популярнішими в освіті завдяки їхній доступності та зручності. Такі інструменти, як Star Walk, SkySafari або SkyView, дозволяють учням досліджувати зоряне небо, отримувати інформацію про сузір'я та аналізувати рух планет у реальному часі [1, 6, 12]. Мобільні технології надають суб'єкту навчання уніфікований інструмент пізнання, який дозволяє ефективно отримувати, опрацьовувати, передавати та зберігати різноманітну спеціально-предметну інформацію. Така можливість перетворює процес вивчення астрономії з пасивного засвоєння матеріалу на активний, дослідницький досвід, який може відбуватися «в будь-який час і будь-де», використовуючи лише смартфон.

Проведене нами дослідження, показало, що впровадження мобільних технологій в освітній процес з природничих наук змінює роль учня, сприяючи переходу від пасивного засвоєння знань до активної дослідницької діяльності.

Комплексне використання таких програм, як Star Walk 2, не просто підвищує інтерес до основ астрономії, а й сприяє формуванню ключових компетентностей та розвитку самостійної пізнавальної активності, що є ключовою метою STEM-освіти. Крім того, наочне спостереження за іншими планетами, як-от Марс чи Венера, через ці додатки допомагає учням усвідомити унікальність планети Земля як середовища, що підтримує життя. Таке розуміння сприяє формуванню екологічної свідомості та відповідального ставлення до природних ресурсів, що є важливим виховним аспектом астрономії.

Для всебічної оцінки дидактичних можливостей мобільних додатків у викладанні астрономії нами були визначені чотири ключові критерії, що віддзеркалюють їхній інноваційний функціонал:

1. Візуалізація астрономічних явищ та процесів. Цей критерій фокусується на здатності додатків перетворювати складні, часто абстрактні концепції, на

багатоаспектні медіа-формати. Це може включати графіки, анімації, відео та аудіоматеріали, необхідні для ефективного пояснення складних тем.

2. Моделювання астрономічних систем. Цей аспект стосується здатності додатків функціонувати як симулятори, дозволяючи користувачам маніпулювати фізичними параметрами, часом, та вивчати внутрішню будову об'єктів. Прикладом є Solar Walk, який дозволяє змінювати відображення часу для спостереження за історичною динамікою Сонячної системи.

3. Віртуальні спостереження. Цей критерій оцінює функціонал, що дозволяє ідентифікувати небесні об'єкти, сузір'я та планети у реальному часі, незалежно від зовнішніх факторів (хмарність, час доби).

4. Геолокаційні та AR/VR інструменти. Цей критерій покликаний здійснити аналіз використання просторових технологій для персоналізації досвіду. Геолокація забезпечує точне позиціонування об'єктів щодо місця спостереження учня, а технології доповненої (AR) та віртуальної (VR) реальності створюють імерсивне навчальне середовище.

Переваги цих технологій полягають у тому, що вони діють як когнітивний міст, знижуючи навантаження на учнів при засвоєнні абстрактного матеріалу. Можливість побачити візуалізацію викривлення простору-часу навколо чорної діри або симуляцію зіткнення галактик спрощує розуміння абстрактних концепцій. Це дозволяє вчителю перейти від тривалого теоретичного пояснення до аналізу динамічної моделі. Розглянемо вісім таких дидактичних аспектів, на які варто вчителю звернути увагу, перш ніж приступити до активного використання мобільних застосунків на уроках астрономії.

1. Візуалізація як інструмент викладання астрономії.

Вивчення астрономії у старшій школі часто стикається з проблемою високої абстрактності матеріалу. Концепції космології, такі як Великий вибух, розширення Всесвіту або фізика чорних дір, є складними для уявлення лише на основі тексту чи статичних зображень. Мобільні додатки та вбудовані в них ІКТ-сервіси розширюють можливості викладання, дозволяючи учням буквально «побачити» космос.

Для ілюстрації складних астрономічних явищ додатки використовують багатоаспектне подання інформації, що забезпечує глибше розуміння. Наприклад, при вивченні теми «Походження Всесвіту» може бути використана презентація або інтерактивний модуль, що поєднує: графіки, які ілюструють розширення Всесвіту відповідно до закону Габбла; анімації, які моделюють Великий вибух; відеоінтерв'ю з провідними космологічними науковцями; та навіть аудіоматеріали, наприклад, записи «гравітаційних хвиль». У темі «Чорні діри» вчитель може показати відео, яке динамічно демонструє викривлення простору-часу навколо об'єкта, що значно полегшує засвоєння цієї складної концепції.

2. Використання автентичних наукових даних (NASA App, Hubble).

Однією з найбільш вагомих дидактичних переваг мобільних додатків є їхня здатність забезпечувати доступ до автентичного, актуального наукового контенту. Такі ресурси, як NASA App, функціонують як динамічна енциклопедія. Додаток містить інформацію, фотографії та документи про всі місії NASA. Дані щоден-

но та щотижня оновлюються, включаючи новини, добірки посад співробітників, а також прямі трансляції NASA Television. Учні можуть також вивчати траєкторії супутників агентства, що пролітають над головою.

Інший приклад – додатки-планетарії, такі як SkySafari, які інтегрують у свою базу даних високоякісні автентичні зображення. У базовій версії SkySafari учні можуть отримати інформацію про більш ніж 120 тисяч зірок, 222 скупчення, туманності та галактики. Ця інформація супроводжується фотографіями з телескопа «Хаббл» та даними з каталогу Hubble Guide Star. У професійних версіях бази даних розширюються до 100 мільйонів зірок, 3 мільйонів галактик і 750 тисяч об'єктів Сонячної системи. Використання такої енциклопедичної глибини та автентичності зображень сприяє формуванню не просто знань, а й глибоких образних уявлень про космічні об'єкти. Окрім прямої візуалізації, потужним інструментом для мотивації учнів є документальні фільми, такі як «Cosmos: A Spacetime Odyssey», які подають матеріал у захопливій формі та надихають на подальше вивчення астрономії.

3. Solar Walk та динамічне моделювання Сонячної системи.

Моделювання астрономічних систем є одним із найбільш потужних дидактичних інструментів мобільних додатків, оскільки воно дозволяє візуалізувати динамічні процеси, які інакше є невидимими або занадто повільними для вивчення протягом навчального року. Додаток Solar Walk, створений у форматі 3D-атласу, є інтерактивним путівником по Сонячній системі.

Функціонал Solar Walk надає користувачам можливість:

1. Спостерігати за об'єктами Сонячної системи (планетами, їх супутниками, кометами, астероїдами) у реальному часі.
2. Отримувати ключову інформацію про планети, включаючи їх орбіти, відстань від Сонця, швидкість та внутрішню будову.
3. Спостерігати за переміщеннями штучних супутників Землі.

Особливою цінним з методичної точки зору є можливість наочної демонстрації внутрішньої структури об'єктів. Додаток може показувати небесні тіла у розрізі, дозволяючи учням побачити кожен складову частину (внутрішнє та зовнішнє ядро, мантію, кору) та отримати їх короткі змістовні характеристики. Це допомагає сформувати повноцінне уявлення про найближчі до Землі планети.

4. Симуляція часу та її значення для орбітальної механіки.

Ключовою функцією, яка вирішує проблему часового масштабу в астрономії, є космічний симулятор, вбудований у Solar Walk. Астрономічні процеси, такі як зміна орбіт чи еволюція систем, часто відбуваються протягом мільйонів років, що робить їх неможливими для прямого спостереження в класі. Симулятор дозволяє змінювати відображення часу, щоб побачити, як Сонячна система виглядала у далекому минулому.

Ця функція моделювання є незамінною для вивчення орбітальної механіки. Використовуючи віртуальні лабораторії та симулятори, учні мають можливість вивчати явища, які неможливо відтворити в реальному житті, і краще зрозуміти фундаментальні за-

кони, наприклад, закони Кеплера, аніж просто читати їх у підручнику. Додаток SkySafari також має функцію Orbit Mode, яка дозволяє користувачам "відірватися" від Землі і віртуально подорожувати до планет, місяців і зірок, забезпечуючи унікальний тривимірний погляд на динаміку космічних систем.

5. Віртуальні лабораторії для космологічного моделювання.

Моделювання є необхідним інструментом для вивчення великомасштабних космологічних явищ. Використання віртуальних лабораторій дає можливість учням вивчати процеси, які неможливо спостерігати безпосередньо, наприклад, зіткнення галактик або формування чорних дір.

Моделювання сприяє практико-орієнтованому навчанню та дає можливість учням застосовувати знання з фізики та математики для інтерпретації параметрів, таких як швидкість, відстань чи траєкторія. Це посилює міждисциплінарний зв'язок астрономії. Моделювання, зокрема функція зміни часу, дозволяє учням експериментувати з гіпотетичними сценаріями, що є основою наукового методу і підвищує їхню залученість до процесу пізнання.

6. Віртуальні спостереження та геолокаційна астрономія.

Можливість проведення віртуальних спостережень у будь-яких умовах – це основна дидактична перевага мобільних планетаріїв. Додатки, такі як Star Walk, SkyView та Stellarium Mobile, дозволяють учням вивчати зоряне небо в будь-який час доби, незалежно від хмарності або світлового забруднення, використовуючи лише смартфон.

Ключовий механізм цих додатків – геолокація. Програма Star Walk 2, наприклад, використовує GPS та вбудовані датчики пристрою, щоб проєктувати саме ту ділянку небесної сфери з відповідними об'єктами, на яку фокусує мобільний гаджет. Рух небесних тіл точно розраховується для обраної точки спостереження та заданого часу. Це забезпечує високоперсоналізований навчальний досвід, оскільки теоретичні знання прив'язуються до безпосереднього фізичного оточення учня, що неможливо досягти за допомогою статичних паперових карт зоряного неба.

Методика використання мобільного додатку Star Walk 2 у навчальному процесі з астрономії була досліджена та доведена як високоефективний засіб навчання. Безпосереднє використання програми надає можливість відтворення детальної розширеної інформації про небесні об'єкти (як видимі, так і невидимі), які знаходяться в момент спостереження на зоряному небосхилі.

Встановлено, що такий підхід стимулює в учнів самостійну пізнавальну активність. Коли учні систематично знаходять нетрадиційні розв'язки для навчальних проблем, це призводить до процесу самостійного набуття знань та оволодіння досвідом творчої діяльності. Завдяки можливості миттєвої ідентифікації об'єктів та доступу до енциклопедичної інформації, додатки ідеально підходять для лабораторних робіт, зокрема «Вивчення карти зоряного неба», замінюючи або доповнюючи традиційні навчальні засоби.

Професійні додатки, такі як SkySafari, дозволяють проводити віртуальні спостереження на якісно новому рівні. Цей додаток надає можливість вивчати

небесні об'єкти з будь-якої точки земної кулі в режимі доповненої реальності та має надзвичайно велику базу даних. У повній версії Pro зібрана інформація про мільйони зірок і галактик.

SkySafari впроваджує соціальні та інтерактивні функції, які можуть бути використані для організації колективних навчальних проєктів. Наприклад, функція OneSky дозволяє учням бачити в реальному часі, що спостерігають інші користувачі. Це може бути використано для віртуальних спільних спостережень або для порівняння результатів спостережень у різних географічних точках. Крім того, наявність у додатку функції Pronounce (вимова назв об'єктів) сприяє міжпредметному зв'язку та мовленнєвій грамотності учнів. Геолокаційні додатки, по суті, є найближчою імітацією польової роботи астронома, яку може забезпечити загальноосвітній заклад, що забезпечує високий ступінь практичної орієнтації навчання.

7. Технології доповненої та віртуальної реальності (AR/VR).

Доповнена реальність (AR) є доступним і широко використовуваним інструментом у мобільних додатках для астрономії [7-11]. AR дозволяє накладати віртуальні інформаційні шари на реальний світ, який користувач бачить через камеру смартфона. Цей режим доповненої реальності використовується такими застосунками, як Star Walk 2 та SkySafari, для швидкої ідентифікації сузір'їв, планет та іншої небесної механіки.

Дидактична цінність AR полягає у її здатності забезпечувати просторове мислення: учні можуть бачити, як абстрактна карта неба корелюється з об'єктами, які вони бачать у реальності. Додатки, на кшталт Assemblr, також демонструють потенціал інтерактивної 3D-взаємодії. У ньому перед користувачем на екрані смартфона може з'являтися 3D-анімація об'єктів, які «оживають» при інтерактивній взаємодії, реагуючи на дотики.

Майбутнє використання інформаційних технологій у навчанні астрономії тісно пов'язане з розвитком віртуальної та доповненої реальності. VR-технології мають потенціал перетворити навчання на повноцінний інтерактивний досвід, де учні можуть не просто вивчати планети чи зірки, а відвідувати їх у віртуальному просторі.

Наприклад, VR-технології дозволять учням «переміститися» на поверхню Марса, досліджуючи його геологію та атмосферу. У майбутньому мобільні додатки можуть стати ще інтерактивнішими, пропонуючи можливість брати участь у віртуальних експедиціях до віддалених планет. Ці підходи зроблять навчання ще більш захопливим і ефективним, забезпечуючи високий ступінь занурення. Імерсивне навчання (VR) не просто візуалізує, а створює сенсорний досвід, що є критично важливим для засвоєння абстрактних космологічних понять, як-от величезні відстані чи викривлення простору-часу. Ці інструменти допоможуть зробити астрономію ще доступнішою та практико-орієнтованою.

8. Порівняльний аналіз ключових додатків за дидактичними критеріями.

Аналіз досліджуваних нами мобільних додатків, популярних серед українських вчителів та учнів, показує, що жоден окремий додаток не є універсальним інструментом. Максимальний дидактичний потенціал досягається при комбінованому використанні, де ко-

жен інструмент виконує свою специфічну функцію (таблиця 1).

Таблиця 1

№	Застосунок	Рівень візуалізації (3D / Контент)	Моделювання систем (орбіти, системи)	Рівень віртуальних спостережень (Геолокація)	AR/VR функціонал
1	Solar Walk (2)	Високий (3D-атлас, внутрішня будова)	Високий (симулятор часу, орбітальна механіка)	Середній (фокус на об'єктах CC)	Низький (3D-модель)
2	Sky View	Середній (Інформаційні картки)	Низький	Високий (геолокація, ідентифікація в реальному часі)	Високий (пряме AR-наведення)
3	SkySafari	Високий (Фото Хаббла, Galaxy View)	Високий (Orbit Mode, симуляція минулого/майбутнього)	Високий (найбільша база, OneSky)	Високий (режим доповненої реальності)
4	Stellarium Mobile	Середній (класичний планетарій)	Низький	Високий (пошук/наведення, ідентифікація)	Низький
5	NASA	Високий (офіційні дані, новини, трансляції)	Низький (інформаційний ресурс)	Середній (відстеження супутників)	Низький

Для ефективного використання мобільних додатків в освітньому процесі рекомендуємо запровадити наступні методичні підходи:

1. Комбіноване використання мобільних додатків. Наприклад, Star Walk або SkySafari слід використовувати для розвитку практичних навичок орієнтування на небі та ідентифікації об'єктів у режимі AR. Натомість Solar Walk або Solar System Score мають застосовуватися для вивчення динаміки Сонячної системи, орбітальної механіки та внутрішньої будови планет.

2. При застосуванні мобільних застосунків доцільно використовувати модель «Перевернуте навчання» (Flipped Learning). Мобільні додатки є ідеальними інструментами для етапу самостійної роботи вдома. Учні можуть опрацьовувати енциклопедичні статті, моделювати рух планет чи спостерігати за сузір'ями перед уроком, використовуючи, наприклад, Solar Walk як домашнє завдання. Це звільняє час на уроці для обговорення складних питань, аналізу даних та творчої діяльності.

3. Розвиток самостійної та творчої активності. Методика навчання має бути побудована таким чином, щоб спонукати учнів до самостійного пошуку нетрадиційних рішень, використовуючи функціонал мобільних застосунків. Це підвищує не лише рівень знань, але й формує необхідний досвід творчої, дослідницької діяльності.

Висновки. Мобільні додатки є потужним дидактичним засобом у навчанні астрономії, оскільки забезпечують високий рівень візуалізації, моделювання та доступ до автентичних наукових даних. Вони підвищують мотивацію та пізнавальну активність учнів, сприяють розвитку дослідницьких компетентностей, критичного мислення й навичок роботи з інформацією. Комплексне

застосування мобільних інструментів дає змогу формувати цілісне розуміння будови та розвитку Всесвіту, відповідає принципам STEM-освіти та створює умови для персоналізованого, практико орієнтованого навчання.

Список використаних джерел:

1. Герасимов В.В., Молнар О.О., Рейс Т.Т. Застосування сучасних інтерактивних систем та додатків у вивченні астрономії в школі. *Міжнародний науковий журнал «Освіта і наука»*. 2023. Вип. 2(35). С. 20–34.
2. Головка М.В. Удосконалення методики навчання астрономії засобами комп'ютерних технологій. *Фізика та астрономія в школі*. 2007. № 3 (60). С. 27–32.
3. Мартинюк М.Т., Ткаченко І.А. Наступність у побудові методичних систем навчання фізики і астрономії в педвузі і школі. *Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серія педагогічна*. 2010. Вип. 16. С. 35–37.
4. Мохун С.В., Федчишин О.М. Деякі аспекти використання спеціалізованих астрономічних сайтів та програм в умовах дистанційного навчання. *Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання: досвід, тенденції, перспективи*. 2021. № 7. С. 106–108.
5. Терещук С.І. Технологія мобільного навчання: проблеми та шляхи вирішення. *Вісник Чернігівського національного педагогічного університету. Серія: Педагогічні науки*. 2016. № 138. С. 178–180.
6. Ткаченко І.А. Теорія і практика використання програми Star Walk 2 у навчальному процесі з астрономії. *Фізико-математична освіта*. 2018. Вип. 1 (15). С. 322–326.
7. Chia-Chen C., Hong-Ren C., Ting-Yu W. Creative Situated Augmented Reality Learning for Astronomy Curricula. *Educational Technology & Society*. 2022. Vol. 25, Issue 2. P. 148–162.
8. Gallardo A.G., Estrada M.L.B., Cabada R.Z., Dalle M.Z.G., Portillo A.U. EstelAR: an Augmented Reality Astronomy learning tool for STEM students. *2022 IEEE Mexican International Conference on Computer Science (ENC)*. Mexico, 2022. P. 1–8.
9. Herfana P., Nasir M., Prastowo R. Augmented Reality Applied in Astronomy Subject. *J. Phys.: Conf. Ser.* 2019. 1351. P. 012058.
10. Maleke B., Paseru D., Padang R. Learning Application of Astronomy Based Augmented Reality using Android Platform. *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*. 2018. Vol. 306. P. 012018.
11. Önal N. T., Önal N. The effect of augmented reality on the astronomy achievement and interest level of gifted students. *Educ Inf Technol*. 2021. Vol. 26. P. 4573–4599.
12. Tkachenko I., Krasnobokyy Yu. Formation of astronomical concepts in the future teachers of astronomy teachers in the study of physics. *Educational Researcher*. 2017. Issue 9 (2), Vol. 46. P. 799–807.

Serhii TERESHCHUK, Yuliia RESHITNYK

Pavlo Tychnyna Uman State Pedagogical University, Ukraine

DIDACTIC POTENTIAL OF MOBILE APPLICATIONS IN TEACHING ASTRONOMY IN GENERAL SECONDARY EDUCATION INSTITUTIONS

Abstract. The conducted research confirms that the use of mobile applications in teaching astronomy significantly enhances the effectiveness of the educational process in senior secondary school. Interactive tools, visualization of complex phenomena, modeling of astronomical systems, and the capability to conduct virtual observations

contribute to a deeper understanding of the laws of the Universe. Students transition from passive assimilation of material to active, inquiry-based activity, which aligns with the requirements of STEM education. Mobile applications ensure a personalized learning experience and develop spatial thinking, critical thinking, and independent cognitive activity. The results of the comparative analysis demonstrate that the greatest didactic effect can be achieved through the combined use of various applications in accordance with their functional capabilities. Such an approach facilitates the formation of key competencies and increases motivation to study astronomy.

Key words: astronomy, mobile applications, STEM education, visualization, modeling, AR/VR, virtual observations, didactic potential.

References:

1. Herasymov V.V., Molnar O.O., Reis T.T. Zastosuvannia suchasnykh interaktyvnykh system ta dodatkov u vyvchenni astronomii v shkoli. *Mizhnarodnyi naukovyi zhurnal «Osvita i nauka»*. 2023. Vyp. 2(35). S. 20–34.
2. Holovko M.V. Udoskonalennya metodyky navchannya astronomiyi zasobamy komp'yuternykh tekhnolohiy. *Fizyka ta astronomiya v shkoli*. 2007. № 3 (60). S. 27–32.
3. Martyniuk M.T., Tkachenko I.A. Nastupnist u pobudovi metodychnykh system navchannya fizyky i astronomii v pedvuzi i shkoli. *Zbirnyk naukovykh prats Kamianets-Podilskoho natsionalnoho universytetu imeni Ivana Ohienka. Seriya pedahohichna*. 2010. Vyp. 16. S. 35–37.
4. Mokhun S.V., Fedchyshyn O.M. Deaki aspekty vykorystannia spetsializovanykh astronomichnykh saitiv ta prohran v umovakh dystantsiinoho navchannya. *Suchasni informatsiini tekhnolohii ta innovatsiini metodyky navchannya: dosvid, tendentsii, perspektivy*. 2021. № 7. С. 106–108.
5. Tereshchuk S.I. Tekhnolohiia mobilnoho navchannya: problemy ta shliakhy vyrishennia. *Visnyk Chernihivskoho natsionalnoho pedahohichnoho universytetu. Seriya: Pedahohichni nauky*. 2016. № 138. S. 178–180.
6. Tkachenko I.A. Teoriia i praktyka vykorystannia prohramy Star Walk 2 u navchalnomu protsesi z astronomii. *Fizyko-matematychna osvita*. 2018. Vyp. 1 (15). S. 322–326.
7. Chia-Chen C., Hong-Ren C., Ting-Yu W. Creative Situated Augmented Reality Learning for Astronomy Curricula. *Educational Technology & Society*. 2022. Vol. 25, Issue 2. P. 148–162.
8. Gallardo A.G., Estrada M.L.B., Cabada R.Z., Dalle M.Z.G., Portillo A.U. EstelAR: an Augmented Reality Astronomy learning tool for STEM students. *2022 IEEE Mexican International Conference on Computer Science (ENC)*. Mexico, 2022. P. 1–8.
9. Herfana P., Nasir M., Prastowo R. Augmented Reality Applied in Astronomy Subject. *J. Phys.: Conf. Ser.* 2019. 1351. P. 012058.
10. Maleke B., Paseru D., Padang R. Learning Application of Astronomy Based Augmented Reality using Android Platform. *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*. 2018. Vol. 306. P. 012018.
11. Önal N. T., Önal N. The effect of augmented reality on the astronomy achievement and interest level of gifted students. *Educ Inf Technol*. 2021. Vol. 26. P. 4573–4599.
12. Tkachenko I., Krasnobokyy Yu. Formation of astronomical concepts in the future teachers of astronomy teachers in the study of physics. *Educational Researcher*. 2017. Issue 9 (2), Vol. 46. P. 799–807.

Отримано: 14.11.2025

ДАНІ ПРО АВТОРІВ

АТАМАНЧУК Вікторія – доктор філологічних наук, доцент, провідний науковий співробітник Інституту прикладних систем управління НАН України; професор Київського університету імені Тараса Шевченка; головний науковий співробітник Інституту педагогіки НАПН України, м. Київ.

БЕВЗ Андрій – аспірант кафедри математики, фізики та методик викладання Центральноукраїнського державного університету імені Володимира Винниченка, м. Кропивницький.

БЕВЗ Анна – PhD за спеціальністю Середня освіта (Фізика та астрономія), викладач фізики і астрономії Відокремленого структурного підрозділу «Кропивницький інженерний фаховий коледж Центральноукраїнського національного технічного університету», м. Кропивницький.

БІЛИК Жанна – кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник відділу створення навчально-тематичних систем знань НЦМАНУ, м. Київ.

БЛАГОДАРЕНКО Людмила – доктор педагогічних наук, професор, професор кафедри фізики та методики навчання фізики Українського державного університету імені Михайла Драгоманова, м. Київ.

БОЙКО Андрій – кандидат технічних наук, доцент кафедри математики та методики її навчання Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка.

БОНДАРЕНКО Юлія – здобувач першого (бакалаврського) рівня вищої освіти фізико-математичного факультету Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського».

БОСОВСЬКИЙ Микола – кандидат педагогічних наук, доцент кафедри математики та методики навчання математики Черкаського національного університету імені Богдана Хмельницького.

БОТУК Леонід – аспірант кафедри інформаційних технологій і програмування Українського державного університету імені Михайла Драгоманова, м. Київ.

БРОДОВИЧ Юрій – кандидат сільськогосподарських наук, старший викладач, завідувач кафедри інженерії технологій та професійної освіти Мукачівського державного університету.

ВАСИЛЕНКО Сергій – кандидат фізико-математичних наук, доцент, доцент кафедри фізики та методики навчання фізики Українського державного університету імені Михайла Драгоманова, м. Київ.

ВИШИНСЬКА Галина – кандидат педагогічних наук, доцент, завідувач кафедри природничо-математичних дисциплін Хмельницької гуманітарно-педагогічної академії.

ВОЖГА Ірина – вчитель математики та інформатики вищої кваліфікаційної категорії опорного закладу освіти «Смотрицький ліцей ім. М. Смотрицького».

ГАЙДАМАКА Іван – аспірант Волинського національного університету імені Лесі Українки, м. Луцьк.

ГАЛАТЮК Михайло – кандидат педагогічних наук, доцент, доцент кафедри педагогіки, освітнього менеджменту та соціальної роботи Рівненського державного гуманітарного університету.

ГАЛАТЮК Тарас – магістр фізики, учитель фізики та інформатики Рівненської гімназії № 6 Рівненської міської ради.

ГАЛАТЮК Юрій – кандидат педагогічних наук, професор, професор кафедри фізики, астрономії та методик викладання Рівненського державного гуманітарного університету.

ГЕСЕЛЕВА Катерина – кандидат фізико-математичних наук, старший викладач кафедри математики Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка.

ГЕТМАНЮК Оксана – асистент кафедри математики та методики її навчання Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка.

ГОЛОВКО Віктор – доктор технічних наук, провідний науковий співробітник, професор, завідувач відділу дослідження фізико-хімічних процесів у зварювальній дузі Інституту електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України, м. Київ.

ГОМЕНЮК Ганна – кандидат педагогічних наук, доцент, завідувач кафедри математики та методики її навчання Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка.

ГОРДІЄНКО Ірина – кандидат педагогічних наук, доцент кафедри математики та економіки Дрогобицького державного педагогічного університету імені Івана Франка.

ГРАНАТ Ріта – аспірант кафедри загальної фізики та методики навчання фізики та астрономії, старший лаборант кафедри експериментальної і теоретичної фізики та астрономії Українського державного університету імені Михайла Драгоманова, м. Київ.

ГРИГОРЧУК Олександр – кандидат педагогічних наук, доцент кафедри фізики Київського національного університету будівництва і архітектури.

ГРОМЯК Мирон – кандидат фізико-математичних наук, доцент, доцент кафедри математики та методики її навчання Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка.

ГУДИМА Уляна – кандидат фізико-математичних наук, доцент, доцент кафедри математики Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка.

ДАНИЛЮК Сергій – доктор педагогічних наук, професор, професор кафедри іноземних мов Черкаського національного університету імені Богдана Хмельницького.

ДАРМОСЮК Валентина – кандидат фізико-математичних наук, доцент, доцент кафедри фізики та математики Чорноморського національного університету імені Петра Могили, м. Миколаїв.

ДИНИЧ Альона – викладач ТОВ «Фаховий передвищий коледж Оптіма Україна», м. Київ.

ДОНЕЦЬ Наталія – аспірантка кафедри математики, фізики та методик викладання Центральноукраїнського державного університету імені Володимира Винниченка, м. Кропивницький.

ДУМАНСЬКА Тетяна – кандидат педагогічних наук, доцент, доцент кафедри математики Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка.

ДЮЖЕНКОВА Ольга – кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри математичної фізики та диференціальних рівнянь Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського».

ЄФИМЕНКО Світлана – кандидат педагогічних наук, старший викладач кафедри фізики, математики та методики навчання Бердянського державного педагогічного університету.

ЗАБОЛОТНИЙ Олександр – аспірант кафедри освіти дорослих та цифрових технологій, ДЗВО «Університет менеджменту освіти» НАПН України, м. Київ.

ЗЕЛЕНСЬКИЙ Олексій – кандидат фізико-математичних наук, доцент, доцент кафедри математики Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка.

ІВАНЕНКО Павло – аспірант кафедри математики та методики навчання математики Черкаського національного університету імені Богдана Хмельницького.

КИРИЛЕНКО Олена – кандидат педагогічних наук, доцент, доцент кафедри експериментальної і теоретичної фізики та астрономії Українського державного університету імені Михайла Драгоманова, м. Київ.

КОБИЛЯНСЬКИЙ Олександр – доктор педагогічних наук, професор, завідувач кафедри безпеки життєдіяльності та педагогіки безпеки Вінницького національного технічного університету.

КОВАЛЬСЬКА Ірина – кандидат фізико-математичних наук, доцент, доцент кафедри математики Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка.

КОЗАК Інна – вчитель вищої категорії Дунаєвського ліцею № 3 Дунаєвської міської ради, вчитель-методист.

КОЗАРЬ Оксана – доктор технічних наук, професор, професор кафедри інженерії, технологій та професійної освіти Мукачівського державного університету.

КОРОЛЕНКО Данило – аспірант Інституту електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України, м. Київ.

КОСТЕНКО Віталій – аспірант кафедри інформаційних технологій і програмування Українського державного університету імені Михайла Драгоманова, м. Київ.

КУЛІБАБА Євгеній – аспірант кафедри безпеки життєдіяльності та педагогіки безпеки Вінницького національного технічного університету.

КУХ Аркадій – доктор педагогічних наук, доцент, професор кафедри фізики Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка.

КУХ Оксана – асистент кафедри комп'ютерних наук Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка.

ЛАКОЗА Наталія – кандидат педагогічних наук, науковий співробітник відділу створення навчально-тематичних систем знань НЦМАНУ, м. Київ.

МАКСИМЧУК Андрій – аспірант кафедри педагогіки та менеджменту освіти Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка.

МАЛЬЧЕНКО Світлана – кандидат фізико-математичних наук, доцент, доцент кафедри фізики та методики її навчання Криворізького державного педагогічного університету.

МАРИНІНА Вікторія – викладач циклової комісії цифрових технологій, спеціаліст вищої категорії, викладач-методист Відокремленого структурного підрозділу Кам'янець-Подільського фахового коледжу Національно-реабілітаційного закладу вищої освіти «Кам'янець-Подільський державний інститут».

МАРКОВСЬКА Софія – здобувач другого (магістерського) рівня вищої освіти фізико-математичного факультету Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського».

МЕНДЕРЕЦЬКИЙ Вадим – доктор педагогічних наук, професор, професор кафедри географії та методики її викладання Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка.

МИРОШНИЧЕНКО Юрій – кандидат педагогічних наук, доцент, доцент кафедри експериментальної і теоретичної фізики та астрономії Українського державного університету імені Михайла Драгоманова, м. Київ.

МОКЛЮК Микола – кандидат педагогічних наук, доцент, доцент кафедри фізики та методики навчання фізики, астрономії Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського.

МОРОЗ Людмила – кандидат філологічних наук, професор, завідувач кафедри іноземних мов Рівненського державного гуманітарного університету.

МОЦИК Ростислав – кандидат педагогічних наук, доцент, доцент кафедри комп'ютерних наук Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка.

МУКОВІЗ Олексій – доктор педагогічних наук, професор, професор кафедри педагогіки та освітнього менеджменту, КЗВО «Одеська академія неперервної освіти Одеської обласної ради».

НЕДІЛЬСЬКА Уляна – кандидат сільськогосподарських наук, доцент, завідувач кафедри екології і загальнобіологічних дисциплін Закладу вищої освіти «Подільський державний університет», м. Кам'янець-Подільський.

ОЛЕНЮК Василь – аспірант Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка.

ОПАЧКО Магдаліна – доктор педагогічних наук, професор, професор кафедри загальної педагогіки та педагогіки вищої школи факультету суспільних наук Державного вищого навчального закладу «Ужгородський національний університет».

ОПТАСЮК Сергій – кандидат фізико-математичних наук, доцент, завідувач кафедри фізики Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка.

ОСТАПЧУК Микола – кандидат педагогічних наук, доцент, доцент кафедри педагогіки, освітнього менеджменту та соціальної роботи Рівненського державного гуманітарного університету.

ПАВЛОВА Наталія – кандидат фізико-математичних наук, доцент, доцент кафедри експериментальної і теоретичної фізики та астрономії Українського державного університету імені Михайла Драгоманова, м. Київ.

ПАВЛЮК Богдан – кандидат педагогічних наук, викладач кафедри інформатики та інформаційних технологій в освіті Комунального закладу вищої освіти «Вінницький гуманітарно-педагогічний коледж».

ПАНЧУК Олег – кандидат педагогічних наук, доцент, доцент кафедри фізики Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка.

ПАНЧУК Наталія – кандидат психологічних наук, доцент, доцент кафедри загальної та практичної психології Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка.

ПИЛИПУК Тетяна – кандидат фізико-математичних наук, доцент, доцент кафедри комп'ютерних наук Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка.

ПОВЕДА Руслан – кандидат фізико-математичних наук, доцент, доцент кафедри фізики Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка.

ПОВЕДА Тетяна – кандидат педагогічних наук, доцент, доцент кафедри фізики Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка.

РАДЗІЄВСЬКА Олена – кандидат фізико-математичних наук, доцент, доцент кафедри математики Національного університету харчових технологій, м. Київ.

РЕШІТНИК Юлія – кандидат фізико-математичних наук, доцент, доцент кафедри фізики та інтегративних технологій навчання природничих наук Уманського державного педагогічного університету імені Павла Тичини.

РОМАНЕНКО Тетяна – доктор педагогічних наук, професор, професор кафедри автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій Черкаського національного університету імені Богдана Хмельницького.

САВЧЕНКО Вадим – науковий співробітник відділу технологій відкритого навчального середовища Інституту цифровізації освіти НАПН України, м. Київ

САДОВИЙ Микола – доктор педагогічних наук, професор, професор кафедри інформаційних та цифрових технологій Центральноукраїнського державного університету імені Володимира Винниченка, м. Кропивницький.

САМАР Ангеліна – асистент кафедри хімії Закладу вищої освіти «Подільський державний університет», м. Кам'янець-Подільський.

СІЛЬВЕЙСТР Анатолій – доктор педагогічних наук, професор, завідувач кафедри фізики та методики навчання фізики, астрономії Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського.

СІЧКАР Тарас – кандидат фізико-математичних наук, професор, професор кафедри загальної фізики та методики навчання фізики Українського державного університету імені Михайла Драгоманова, м. Київ.

СЛОБОДЯНИК Ольга – кандидат педагогічних наук, старший науковий співробітник відділу технологій відкритого навчального середовища Інституту цифровізації освіти НАПН України, м. Київ.

СМАЛЬКО Олена – кандидат педагогічних наук, доцент, доцент кафедри комп'ютерних наук Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка.

СМОРЖЕВСЬКИЙ Юрій – кандидат педагогічних наук, доцент, завідувач кафедри математики Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка.

СТЕЦИК Сергій – кандидат педагогічних наук, доцент, доцент кафедри комп'ютерної та програмної інженерії Українського державного університету імені Михайла Драгоманова, м. Київ.

СТОКРАТНИЙ Сергій – старший викладач кафедри природничо-математичних дисциплін Хмельницької гуманітарно-педагогічної академії, викладач-методист.

ТЕРЕЩУК Андрій – доктор педагогічних наук, доцент, професор кафедри технологічної освіти Уманського державного педагогічного університету імені Павла Тичини.

ТЕРЕЩУК Сергій – доктор педагогічних наук, доцент, професор кафедри фізики та інтегративних технологій навчання природничих наук Уманського державного педагогічного університету імені Павла Тичини.

ТКАЧЕНКО Анна – кандидат педагогічних наук, доцент, доцент кафедри фізики Черкаського національного університету імені Богдана Хмельницького.

ТОРКІНА Катерина – PhD з галузі знань 01 Освіта/Педагогіка, завідувач відділу освітньої-наукової підготовки КЗВО «Одеська академія неперервної освіти Одеської обласної ради».

ТРИФОНОВА Олена – доктор педагогічних наук, професор, завідувач кафедри інформаційних та цифрових технологій Центральноукраїнського державного університету імені Володимира Винниченка, м. Кропивницький.

ФЕДОРЧУК Володимир – доктор технічних наук, професор, професор кафедри комп'ютерних наук Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка.

ЧЕРНЕВИЧ Віта – старший викладач кафедри біології, здоров'я людини та фізичної реабілітації Бердянського державного педагогічного університету.

ЧИЖСЬКА Тетяна – старший викладач кафедри загальної фізики та моделювання фізичних процесів Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського».

ЧОРНА Оксана – кандидат педагогічних наук, старший викладач кафедри фізики Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка.

ЧУМАК Микола – доктор педагогічних наук, професор кафедри інформаційних технологій і програмування Українського державного університету імені Михайла Драгоманова, м. Київ.

ШЛЕНЧАК Сергій – спеціаліст першої категорії, викладач циклової комісії загальноосвітньої підготовки Кам'янець-Подільського фахового коледжу культури і мистецтв, здобувач другого (магістерського) рівня вищої освіти Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка.

ШОСТАЦЬКА Марія – PhD з галузі знань 22 «Охорона здоров'я», заступник директора з виховної роботи Вінницького медичного коледжу імені академіка Д.К. Заболотного.

ШТОФЕЛЬ Ольга – кандидат технічних наук, доцент кафедри загальної фізики та моделювання фізичних процесів фізико-математичного факультету Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»; старший науковий співробітник відділу дослідження фізико-хімічних процесів у зварювальній дузі Інституту електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України, м. Київ.

ШУТ Микола – академік Національної академії педагогічних наук України, доктор фізико-математичних наук, професор, завідувач кафедри загальної фізики та методики навчання фізики Українського державного університету імені Михайла Драгоманова, м. Київ.

ЩИРБА Віктор – кандидат фізико-математичних наук, доцент, доцент кафедри комп'ютерних наук Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка.

ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА	5
АЛФАВІТНИЙ ПОКАЖЧИК АВТОРІВ	6

Розділ 1. ІННОВАТИКА В ПРИРОДНИЧО-НАУКОВІЙ ОСВІТІ: ПРОЄКТИ, ПРОГРАМИ, МЕТОДИКИ, ТЕХНОЛОГІЇ

HESELEVA Kateryna, OPTASIUK Serhii. INTEGRATING DIFFERENTIAL EQUATIONS INTO HIGHER EDUCATION STEM: PROJECT-BASED APPROACH AND DIGITAL TECHNOLOGIES	7
АТАМАНЧУК Вікторія. ФІЛОСОФСЬКІ ІМПЛІКАЦІЇ «СКЛАДНОГО МИСЛЕННЯ» В КОНЦЕПЦІЇ НАУКОВОГО ПІЗНАННЯ ПРОФЕСОРА ПЕТРА АТАМАНЧУКА.....	12
БОЙКО Андрій, ГЕТМАНЮК Оксана, ГРОМЯК Мирон. ВИКОРИСТАННЯ GEOGEBRA У ПРОЦЕСІ НАВЧАННЯ ДИСЦИПЛІН МАТЕМАТИЧНОГО ЦИКЛУ	16
ГЕТМАНЮК Оксана, ГОМЕНЮК Ганна, ГРОМЯК Мирон. РОЛЬ ВЧИТЕЛЯ У СУПРОВODІ ТА ОРГАНІЗАЦІЇ ПРОЄКТНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ.....	21
ГРАНАТ Ріта. КОНЦЕПТУАЛЬНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЗМІСТУ НАВЧАННЯ ФІЗИКИ ТА АСТРОНОМІЇ В ОСВІТНЬОМУ ПРОЦЕСІ.....	26
ГУДИМА Уляна, ДУМАНСЬКА Тетяна. ВІД ТЕОРІЇ ДО ПРАКТИКИ: ПРОПЕДЕВТИЧНА ПРАКТИКА ЯК ІНСТРУМЕНТ ФОРМУВАННЯ ПРОФЕСІЙНОЇ ГОТОВНОСТІ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ МАТЕМАТИКИ.....	30
ДЮЖЕНКОВА Ольга, ЧИЖСЬКА Тетяна. ЗАСТОСУВАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ЛІНІЙНОЇ ТА ВЕКТОРНОЇ АЛГЕБРИ ПРИ ВИКЛАДАННІ КУРСУ ЗАГАЛЬНОЇ ФІЗИКИ.....	35
ЄФИМЕНКО Світлана. ЗАРУБІЖНИЙ ДОСВІД ВИВЧЕННЯ ЛІНІЙНОЇ ФУНКЦІЇ:ІННОВАЦІЇ ТА ПЕРСПЕКТИВИ В УКРАЇНСЬКУ ШКОЛУ	40
КОБИЛЯНСЬКИЙ Олександр, КУЛБАБА Євгеній. ФОРМУВАННЯ ЕМОЦІЙНОГО ІНТЕЛЕКТУ В СИСТЕМІ ВИЩОЇ ОСВІТИ: ПЕДАГОГІЧНІ МОДЕЛІ ТА ТЕХНОЛОГІЇ.....	45
МЕНДЕРЕЦЬКИЙ Вадим, НЕДІЛЬСЬКА Уляна. КОНСТРУКТИВНА ГЕОГРАФІЯ ТА ЇЇ РОЗВИТОК В СИСТЕМІ ПРИРОДНИЧО-НАУКОВИХ ДИСЦИПЛІН	49
ОПАЧКО Магдаліна. КІБЕРНЕТИКА УПРАВЛІННЯ П. С. АТАМАНЧУКА ТА ДИДАКТИЧНИЙ МЕНЕДЖМЕНТ М. В. ОПАЧКО: СИНЕРГІЯ НАУКОВИХ ПІДХОДІВ	53
ОСТАПЧУК Микола, МОРОЗ Людмила. СИСТЕМА НАВЧАННЯ ПРИРОДНИЧИХ ДИСЦИПЛІН У ПРОФІЛЬНІЙ ШКОЛІ.....	57
ПАНЧУК Наталія, ПАНЧУК Олег. ПЕДАГОГІЧНА ІМПРОВІЗАЦІЯ ЯК ЗАСІБ РОЗВИТКУ ТВОРЧОГО ПОТЕНЦІАЛУ ТА ПРОФЕСІЙНОЇ УСПІШНОСТІ ВИКЛАДАЧА	63
САВЧЕНКО Вадим, СЛОБОДЯНИК Ольга. ДОБІР ІМЕРСИВНИХ СЕРВІСІВ ДЛЯ ПІДТРИМКИ ЗМІШАНОГО НАВЧАННЯ В ЗЗСО	67
САДОВИЙ Микола, ТРИФОНОВА Олена. МЕТОДОЛОГІЧНІ ТА МЕТОДИЧНІ АСПЕКТИ ФОРМУВАННЯ КОМПЕТЕНТНОСТІ «ЗДАТНІСТЬ ЗАХИЩАТИ БАТЬКІВЩИНУ» У НАВЧАННІ ФАХОВИХ ДИСЦИПЛІН	72
САМАР Ангеліна, ЧЕРНЕВИЧ Віта. ЕФЕКТИВНІСТЬ PEER-TO-PEER, ЯК ІНСТРУМЕНТА ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ПІД ЧАС ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ ДИСЦИПЛІН ПРИРОДНИЧОГО ЦИКЛУ У СТУДЕНТІВ ЗАКЛАДІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ	75
СТОКРАТНИЙ Сергій, ВИШИНСЬКА Галина. ЕЛЕМЕНТИ STEM-ОСВІТИ В ІНТЕГРОВАНОМУ КУРСІ «ПІЗНАЄМО ПРИРОДУ»	80
ШЛЕНЧАК Сергій. ВИКОРИСТАННЯ ПРОГРАМНОГО СЕРЕДОВИЩА «GEOGEBRA: 3D КАЛЬКУЛЯТОР» ДЛЯ ВИВЧЕННЯ СТЕРЕОМЕТРІЇ.....	86

Розділ 2. ОБ'ЄКТИВІЗАЦІЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАЛЬНО-ПІЗНАВАЛЬНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ЗДОБУВАЧІВ ОСВІТИ В УМОВАХ СЬОГОДЕННЯ

PYLYPIUK Tetiana, SHCHYRBA Viktor. DATA ANALYSIS IN THE EDUCATIONAL PROCESS BASED ON QUALIMETRIC MODELS.....	92
КУХ Аркадій, КУХ Оксана. УПРАВЛІННЯ ФОРМУВАЛЬНИМ ОЦІНЮВАННЯМ.....	96

Розділ 3. ФОРМУВАННЯ ПРОФЕСІЙНИХ ЯКОСТЕЙ МАЙБУТНІХ ВЧИТЕЛІВ ФІЗИКО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ДИСЦИПЛІН В УМОВАХ STEM-СЕРЕДОВИЩА

ROMANENKO Tetyana, DANYLYUK Serhiy, TKACHENKO Anna. CROSS-CUTTING PRACTICES AS A MEANS OF FORMING METHODOLOGICAL COMPETENCE OF FUTURE TEACHERS OF COMPUTER SCIENCE AND PHYSICS	103
БЛАГОДАРЕНКО Людмила, ВАСИЛЕНКО Сергій. ФОРМУВАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ОПЕРАЦІЙНО-МЕТОДИЧНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ ФІЗИКИ У ХОДІ ЇХ ФАХОВОЇ ПІДГОТОВКИ	107
БЛАГОДАРЕНКО Людмила, ШУТ Микола, СІЧКАР Тарас. ПІДГОТОВЧИЙ ЕТАП У ФОРМУВАННІ ФАХОВИХ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ ФІЗИКИ ТА АСТРОНОМІЇ	113
ГАЛАТЮК Юрій, ГАЛАТЮК Михайло, ГАЛАТЮК Тарас. МЕТОДОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ НАВЧАННЯ ФІЗИКИ У КОНТЕКСТІ РЕАЛІЗАЦІЇ КОНЦЕПЦІЙ STEM-ОСВІТИ І НУШ.....	117
ДАРМОСЮК Валентина, ДИНИЧ Альона, ЗЕЛЕНСЬКИЙ Олексій, СМОРЖЕВСЬКИЙ Юрій. УЧНЕЦЕНТРИЧНА МАН-РОБОТА: ВІД ЦІКАВОЇ ТЕМИ ДО ВІДТВОРЮВАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ (НА ПРИКЛАДАХ КОМБІНАТОРИКИ Й ТЕОРІЇ ГРАФІВ)	122
КОЗАРЬ Оксана, ОПАЧКО Магдалина, БРОДОВИЧ Юрій. ФОРМУВАННЯ ПРОФЕСІЙНИХ ЯКОСТЕЙ МАЙБУТНЬОГО ВЧИТЕЛЯ ПРИРОДНИЧИХ ДИСЦИПЛІН В УМОВАХ STEM-СЕРЕДОВИЩА.....	127
КОВАЛЬСЬКА Ірина, РАДЗІЄВСЬКА Олена. МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ ПІДІЙМАЛЬНОЇ СИЛИ КРИЛА ЛІТАКА ЗА ДОПОМОГОЮ АНАЛІТИЧНОЇ ФУНКЦІЇ.....	132
МАРИНІНА Вікторія, МОЦИК Ростислав, ВОЖГА Ірина. МІЖПРЕДМЕТНІ ЗВ'ЯЗКИ: МАТЕМАТИКА ТА ІНФОРМАТИКА	135
МИРОШНІЧЕНКО Юрій, КИРИЛЕНКО Олена, ПАВЛОВА Наталія. МІСІЯ «ВОЯДЖЕР»: НОВІ ВІДКРИТТЯ ЗА МЕЖАМИ СОЛЯЧНОЇ СИСТЕМИ ТА МОЖЛИВОСТІ ЇХ ВИКОРИСТАННЯ У ПРОФЕСІЙНІЙ ПІДГОТОВЦІ МАГІСТРАНТІВ З ФІЗИКИ ТА АСТРОНОМІЇ.....	142
МОЦИК Ростислав, СМОРЖЕВСЬКИЙ Юрій, ГОРДІЄНКО Ірина. STEM-СЕРЕДОВИЩЕ ЯК ДЕТЕРМІНАНТА ФОРМУВАННЯ ПРОФЕСІЙНО-ОСОБИСТІСНИХ ЯКОСТЕЙ МАЙБУТНІХ ВЧИТЕЛІВ ФІЗИКО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ДИСЦИПЛІН В УМОВАХ ЦИФРОВОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ	147
ОЛЕНЮК Василь. STEM-ТЕХНОЛОГІЇ В ПРОЦЕСІ ФОРМУВАННЯ КЛЮЧОВИХ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ СТУДЕНТІВ ЗАКЛАДІВ ФАХОВОЇ ПЕРЕДВИЩОЇ ОСВІТИ З ІНФОРМАТИЧНИХ ДИСЦИПЛІН	152
ПАНЧУК Олег, ПАНЧУК Наталія. ФОРМУВАННЯ ТВОРЧИХ ЗДІБНОСТЕЙ ЗДОБУВАЧІВ ОСВІТИ ЗАСОБАМИ НАВЧАЛЬНОГО ФІЗИЧНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ	156
ПОВЕДА Руслан, ПОВЕДА Тетяна. ДИДАКТИЧНИЙ ПОТЕНЦІАЛ КЛАСИЧНОЇ ЗАДАЧІ ТРЬОХ ТІЛ У ВИКЛАДАННІ МЕХАНІКИ ДЛЯ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ ФІЗИКИ	161
СІЛЬВЕЙСТР Анатолій, МОКЛЮК Микола, ПАВЛЮК Богдан. НЕФОРМАЛЬНА ОСВІТА ЯК ЧИННИК ПРОФЕСІЙНОГО СТАНОВЛЕННЯ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ ФІЗИКИ.....	165
СТЕЦИК Сергій. ПЕДАГОГІЧНІ УМОВИ РОЗВИТКУ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ УМІНЬ МАЙБУТНЬОГО ФАХІВЦЯ ІТ.....	170
ЧОРНА Оксана. ПІДГОТОВКА МАЙБУТНЬОГО ВЧИТЕЛЯ ДО ОРГАНІЗАЦІЇ БЕЗПЕЧНОГО ОСВІТНЬОГО СЕРЕДОВИЩА: НОРМАТИВНО-ПРАВОВІ АСПЕКТИ ОХОРОНИ ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ.....	174
ШТОФЕЛЬ Ольга, ГОЛОВКО Віктор, КОРОЛЕНКО Данило, МАРКОВСЬКА Софія, БОНДАРЕНКО Юлія. ФОРМУВАННЯ МІЖДИСЦИПЛІНАРНИХ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ СТУДЕНТІВ-ФІЗИКІВ ЧЕРЕЗ ЗАСТОСУВАННЯ ФРАКТАЛЬНОГО АНАЛІЗУ В МАТЕРІАЛОЗНАВСТВІ	178

Розділ 4. ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРИРОДНИЧО-МАТЕМАТИЧНОЇ І ЦИФРОВОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ ТА СВІТОГЛЯДУ МАЙБУТНІХ ВЧИТЕЛІВ В УМОВАХ НУШ ТА ВИКОРИСТАННЯ ІШІ В ОСВІТІ

БЕВЗ Андрій, БЕВЗ Анна. ІНТЕГРАЦІЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ У НАВЧАННЯ ФІЗИКИ У ЗАКЛАДАХ ФАХОВОЇ ПЕРЕДВИЩОЇ ОСВІТИ	183
БОСОВСЬКИЙ Микола, ІВАНЕНКО Павло. ФОРМУВАННЯ МАТЕМАТИЧНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ В ПІДРУЧНИКАХ АЛГЕБРИ ТА ПОЧАТКІВ АНАЛІЗУ ДЛЯ ПРОФІЛЬНОЇ ШКОЛИ: ТЕМАТИКО-КОМПЕТЕНТНІСНИЙ АНАЛІЗ.....	187

ГАЙДАМАКА Іван. ІКТ ЯК ЗАСІБ ФОРМУВАННЯ ЦИФРОВОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ ЗДОБУВАЧІВ ОСВІТИ У НАВЧАННІ ФІЗИКИ	191
ДОНЕЦЬ Наталія. ЦИФРОВІЗАЦІЯ ОСВІТИ НА ЗАСАДАХ КОГНІТИВНОГО ПІДХОДУ ЯК УМОВА ФОРМУВАННЯ STEM-КОМПЕТЕНТНОСТІ УЧНІВ У ПРОЦЕСІ НАВЧАННЯ ФІЗИКИ.....	195
ЗАБОЛОТНІЙ Олександр. ВПРОВАДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В ПРОФЕСІЙНИЙ РОЗВИТОК ПЕДАГОГІВ: МІЖНАРОДНІ ПІДХОДИ ТА УКРАЇНСЬКІ ПРАКТИКИ	200
ЗЕЛЕНСЬКИЙ Олексій, ДИНИЧ Альона. ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ШКІЛЬНОЇ МАТЕМАТИЧНОЇ ОСВІТИ: КОНТЕКСТ, НАОЧНІСТЬ ТА ІНТЕГРАЦІЯ ШІ	206
КОБИЛЯНСЬКИЙ Олександр, ШОСТАЦЬКА Марія. ФОРМУВАННЯ ГОТОВНОСТІ МАЙБУТНІХ ВЧИТЕЛІВ ДО ФОРМУВАННЯ ЗДОРОВ'ЯЗБЕРЕЖУВАЛЬНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ В УМОВАХ ЦИФРОВІЗАЦІЇ ОСВІТИ.....	210
КОЗАК Інна, ПОВЕДА Тетяна, ПОВЕДА Руслан. ІННОВАЦІЙНІ АСПЕКТИ НАВЧАННЯ ФІЗИКИ ЗДОБУВАЧІВ ОСВІТИ В КОНТЕКСТІ СУЧАСНИХ ОСВІТНІХ РЕФОРМ	214
КОСТЕНКО Віталій, ГРИГОРЧУК Олександр, ЧУМАК Микола. ЗМІСТОВА ТА ІНСТРУМЕНТАЛЬНА СКЛАДОВІ ОРГАНІЗАЦІЇ ВІРТУАЛЬНОГО НАВЧАЛЬНОГО СЕРЕДОВИЩА ДЛЯ ВИВЧЕННЯ ІНФОРМАТИКИ.....	219
КУХ Оксана, КУХ Аркадій. СЕРВІСИ ВЕБ-СКРЕЙПІНГУ ТА ВІДКРИТИХ ДАНИХ У НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕННЯХ	223
ЛАКОЗА Наталія, БІЛИК Жанна. ОРГАНІЗАЦІЯ НАВЧАННЯ ПІД ЧАС ВИВЧЕННЯ ТЕМИ: «ОПОРНО-РУХОВИЙ АПАРАТ» 8 КЛАС НУШ У КОНТЕКСТІ ДОПРОФІЛЬНОЇ ПРИРОДНИЧОЇ ОСВІТИ.....	228
МАКСИМЧУК Андрій. ВІД ТРАДИЦІЙНОГО РОЗУМОВОГО ВИХОВАННЯ ДО ЦИФРОВОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ ПЕДАГОГА: ІСТОРИКО-ПЕДАГОГІЧНИЙ АНАЛІЗ І СУЧАСНІ ОСВІТНІ ПРАКТИКИ В УМОВАХ НУШ.....	233
МАЛЬЧЕНКО Світлана. ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ЯК ІНСТРУМЕНТУ РОЗВИТКУ ПРИРОДНИЧО-МАТЕМАТИЧНИХ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ УЧНІВ: ПІДГОТОВКА МАЙБУТНЬОГО ВЧИТЕЛЯ.....	239
МИРОШНІЧЕНКО Юрій, БОТУК Леонід. ОСОБЛИВОСТІ ІНТЕГРОВАНОГО НАВЧАННЯ В УМОВАХ НОВОЇ УКРАЇНСЬКОЇ ШКОЛИ.....	243
МУКОВІЗ Олексій, ТОРКІНА Катерина. ЦИФРОВІ ІНСТРУМЕНТИ ТА ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ У СИСТЕМІ ОБ'ЄКТИВІЗАЦІЇ РЕЗУЛЬТАТІВ НАУКОВО-ПЕДАГОГІЧНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ МАЙБУТНІХ ВЧИТЕЛІВ ПРИРОДНИЧО-НАУКОВИХ ДИСЦИПЛІН.....	248
СМАЛЬКО Олена, ФЕДОРЧУК Володимир. СУЧАСНІ ШІ-ІНСТРУМЕНТИ ДЛЯ РОЗВИТКУ КРЕАТИВНОСТІ В ОСВІТІ ТА НАУЦІ.....	253
ТЕРЕЩУК Андрій. ТЕХНОЛОГІЧНА ОСВІТА У ПРОФІЛЬНІЙ СЕРЕДНІЙ ШКОЛІ: ВИКЛИКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ	261
ТЕРЕЩУК Сергій, РЕШІТНИК Юлія. ДИДАКТИЧНІ МОЖЛИВОСТІ МОБІЛЬНИХ ЗАСТОСУНКІВ У НАВЧАННІ АСТРОНОМІЇ У ЗАКЛАДАХ ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ	264
ДАНІ ПРО АВТОРІВ.....	269

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КАМ'ЯНЕЦЬ-ПОДІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ІВАНА ОГІЄНКА

НАУКОВЕ ВИДАННЯ

**ЗБІРНИК
НАУКОВИХ ПРАЦЬ
КАМ'ЯНЕЦЬ-ПОДІЛЬСЬКОГО
НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ
ІМЕНІ ІВАНА ОГІЄНКА**

Серія педагогічна

ВИПУСК 31

**СТАНОВЛЕННЯ МАЙБУТНЬОГО ВЧИТЕЛЯ
В УМОВАХ ЦИФРОВОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ
ПРИРОДНИЧО-НАУКОВОЇ ОСВІТИ**

Підписано до друку 18.12.2025 р. Гарнітура «Таймс».
Папір офсетний. Друк цифровий. Формат 60×90 1/8.
Умов. друк. арк. 34,5. Обл.-вид. арк. 44,2.
Тираж 55. Зам. № 1219.

Кам'янець-Подільський національний
університет імені Івана Огієнка,
вул. Огієнка, 61, м. Кам'янець-Подільський, 32300
Свідоцтво серії ДК № 3382 від 05.02.2009 р.

Віддруковано згідно з наданим оригінал-макетом
у друкарні ТОВ «Друкарня "Рута"»,
свід. Серія ДК № 4060 від 29.04.2011 р.
Вул. Руслана Коношенка, 1, м. Кам'янець-Подільський, 32300.